

SCIENCE GERMAN COURSE

Science Text-Books.

SCIENCE FRENCH COURSE. By C. W. PAGET MOFFATT,
M.A., M.B., B.C.

THE TUTORIAL CHEMISTRY. By G. H. BAILEY, D.Sc., Ph.D.
Edited by WM. BRIGGS, LL.D., D.C.L., M.A., B.Sc., F.C.S.,
F.R.A.S.

Part I. NON-METALS. *Fourth Edition.*

Part II. METALS AND PHYSICAL CHEMISTRY. *Third Edition.*

ELEMENTS OF ORGANIC CHEMISTRY. By E. I. LEWIS,
B.A., B.Sc., F.C.S., Late Science Master at Oundle School.

QUALITATIVE DETERMINATION OF ORGANIC COM-
POUNDS. By J. W. SHEPHERD, B.Sc.

TECHNICAL ELECTRICITY. By H. T. DAVIDGE, B.Sc., late
Professor of Engineering at the Ordnance College, Woolwich,
and R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E., Principal of the
Municipal Technical School, Smethwick. *Third Edition.*

MATHEMATICAL PHYSICS, MAGNETISM AND ELEC-
TRICITY. By C. W. C. BARLOW, M.A., B.Sc.

ADVANCED TEXT-BOOK OF MAGNETISM AND ELECTRI-
CITY. By R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E., Principal
of the Municipal Technical School, Smethwick. Two Vols.

INTERMEDIATE TEXT-BOOK OF MAGNETISM AND ELEC-
TRICITY. By R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E.

PROPERTIES OF MATTER. By C. J. L. WAGSTAFF, M.A.
Third Edition.

QUANTITATIVE ANALYSIS, ELEMENTARY. By WM.
BRIGGS, LL.D., D.C.L., M.A., B.Sc., F.C.S., F.R.A.S., and
H. W. BAUSON, M.A.

BOTANY, TEXT-BOOK OF. By J. M. LOWSON, M.A. B.Sc.,
F.L.S. *Fifth Edition, Revised and Enlarged.*

ZOOLOGY, TEXT-BOOK OF. By H. G. WELLS, B.Sc.,
and A. M. DAVIES, D.Sc. *Sixth Edition.* Revised by J. T.
CUNNINGHAM, M.A.

SCIENCE GERMAN COURSE

BY
C. W. PAGET MOFFATT

M.A. LOND., M.B., B.C. CAMB.

Third Edition (Seventh Impression)



LONDON: W. B. CLIVE
University Tutorial Press Ltd.
HIGH ST., NEW OXFORD ST., W.C.

1923

PRINTED IN GREAT BRITAIN BY UNIVERSITY TUTORIAL PRESS LD. AT THE
BURLINGTON PRESS, FOXTON, NEAR CAMBRIDGE

PREFACE.

AN ordinary elementary German Grammar, which is primarily designed to enable the learner to use the language, is often as much a hindrance as a help to the student whose only object is to read German books which deal with his special line of scientific study. The grammatical portion of the present work, while making no claim to completeness, contains as much of the accidence and syntax as is wanted for translation from German into English. It contains also a somewhat full section on word-formation, which will provide a key to the meaning of the majority of the formidable compound words with which science text-books abound.

Great care has been bestowed on providing easy matter for the miscellaneous extracts. Those under the heading of the several sciences—mathematics, physics, chemistry, geology, botany, zoology—have been chosen with a view to introducing as many technical terms as possible. The vocabularies, compiled by Dr. A. du Pré Denning, contain not only the scientific terms occurring in the extracts, but also a considerable number of other such terms with which

students of the various sciences should acquaint themselves. These several vocabularies, which should be committed to memory, are combined for the sake of reference in an alphabetical vocabulary at the end of the book. For non-scientific words the reader is expected to refer to an ordinary German dictionary: the inclusion of such words in the vocabulary would have increased the bulk and price of the book without any corresponding advantage.

1907.

PREFACE TO THE SECOND EDITION.

ELEVEN extracts of a somewhat more difficult character have been added to the *Erste Lesestücke*, and those in Gothic type have been removed to the end. Two botanical extracts have also been added and a few corrections made.

1910.

PREFACE TO THE THIRD EDITION.

IN this edition a complete vocabulary of the words occurring in the Extracts for Reading has, at the suggestion of many teachers, been substituted for the special vocabularies contained in previous editions.

1920.

CONTENTS.

SECTION.		PAGE.
GERMAN SCRIPT	... ..	xi
GERMAN ALPHABET	... ..	xii
1—10. INTRODUCTORY—		
	The Alphabet...	1
	Capital Letters	1
	Pronunciation	1
	The Vowels	2
	The Diphthongs and Double Vowels	2
	The Modified Vowels	2
	The Consonants	3
	Groups of Consonants	4
	Accent or Stress	4
	The Revised German Orthography	4
	Exercise in Pronunciation	5
11—15. AUXILIARY VERBS...		
	Paradigm of <i>haben</i>	8
	Paradigm of <i>sein</i>	9
	Paradigm of <i>werden</i>	10
18—23. PRONOMINAL ADJECTIVES		
24—31. THE REGULAR (OR WEAK) VERBS		
	Paradigm of <i>machen</i>	13
	Peculiarities of Weak Verbs	14
32. ORDER OF WORDS...		
	Reading Lesson I	15

SECTION.	PAGE.
33—58. DECLENSION OF NOUNS	17
Masculines	18
Neuters	19
Feminines	20
Declension of Foreign Nouns	20
Reading Lesson II.	21
60—68. DECLENSION OF ADJECTIVES	23
69—77. COMPARISON OF ADJECTIVES	25
Irregular Comparison	27
Reading Lesson	27
78—80. PERSONAL PRONOUNS	27
81, 82. REFLEXIVE PRONOUNS	28
83. POSSESSIVE PRONOUNS	29
84—87. DEMONSTRATIVE PRONOUNS	29
88. INTERROGATIVE PRONOUNS	30
89, 90. RELATIVE PRONOUNS	30
91—95. INDEFINITE PRONOUNS	31
Reading Lesson	32
96—99. MODAL VERBS	32
100—102. THE PASSIVE VOICE	33
103—106. REFLEXIVE VERBS	35
107. THE STRONG VERB <i>tragen</i>	36
108. IRREGULAR VERBS	37
110, 111. NOTES ON THE STRONG VERBS	37
112. IRREGULAR WEAK VERBS	38
Reading Lesson	38
113. ALPHABETICAL LIST OF VERBS	39
114—121. ADVERBS	43
122—131. CONJUNCTIONS	46
Reading Lesson	48

CONTENTS.

ix

SECTION.	PAGE.
132—140. NUMERALS	49
Cardinals	49
Ordinals	50
Fractional Numbers	51
Miscellaneous Numeral Forms	51
Time and Date	52
Reading Lesson	52
141—146. PREPOSITIONS	53
Reading Lesson	55
147—165. COMPOUND VERBS	56
Inseparable Compound Verbs	56
Separable Compound Verbs	60
“Doubtful” Compound Verbs	62
166—169. IMPERSONAL VERBS	63
170—194. NOTES ON SOME IMPORTANT CONSTRUCTIONS ...	64
Position of the Subject	64
Position of the Object	66
The Verb : Participle and Infinitive	67
The Subjunctive Mood	68
Auxiliary Verbs	70
Verbs of Mood	70
195, 196. FORMATION OF NOUNS	72
Simple Nouns	72
Compound Nouns	74
197, 198. FORMATION OF ADJECTIVES	76
Simple Adjectives... ..	76
Compound Adjectives	78
199. ABBREVIATIONS	79
EXTRACTS FOR READING.	
Erste Lesestücke	81
Mathematik	103
Physik	123
Chemie	146
Geologie	154
Botanik	163
Zoologie	176

I

CONTENTS.

EXTRACTS IN GOTHIC TYPE	...	...	...	...	...	PAGE
						197
ADJECTIVES FREQUENTLY USED	...	...	...	...	...	209
VERBS FREQUENTLY USED	...	...	...	...	...	210
VOCABULARY	...	...	...	...	...	211

a, b, c, d, e, f,
 g, h, i, j, k, l,
 m, n, o, p, q, r,
 s, t, u, v, w, x,
 y, z, aa, bb, cc,
 dd, ee

A, B, C, D, E, F,
 G, H, I, J, K, L,
 M, N, O, P, Q, R,
 S, T, U, V, W, X,
 Y, Z, AA

THE ALPHABET.

GERMAN NAME. (To be read as English.)				GERMAN NAME. (To be read as English.)			
A a	...	A a	...	aĥ	N n	...	N n ... enn
B b	...	B b	...	bay	O o	...	O o ... oh
C c	...	C c	...	tsay	P p	...	P p ... pay
D d	...	D d	...	day	Q q	...	Q q ... coo
E e	...	E e	...	ay	R r	...	R r ... airr
F f	...	F f	...	eff	S s	...	S s ... ess
G g	...	G g	...	gay	T t	...	T t ... tay
H h	...	H h	...	hah	U u	...	U u ... oo
I i	...	I i	...	ee	V v	...	V v ... fow
J j	...	J j	...	yott	W w	...	W w ... vay
K k	...	K k	...	kah	X x	...	X x ... iks
L l	...	L l	...	ell	Y y	...	Y y ... ipseelon
M m	...	M m	...	emm	Z z	...	Z z ... tsett

DOUBLE LETTERS.

ch	...	ch	tz
ck	...	ck	ss

Obs.—The German names of the letters are of no importance to the student at first; later on he will want to know them if he has occasion to read aloud algebraic formulae, geometrical problems, &c., in which the letters of the alphabet are used as symbols.

The script corresponding to the German letters in the above table will be found on the preceding page. It is unnecessary to spend time in learning either to write or to read this script: the letters are, however, given in case any students using this book should have occasion to read German correspondence.

SCIENCE GERMAN COURSE.

INTRODUCTORY.

N.B.—It is not intended that §§ 1-10 should be committed to memory: they should be read through and reference made to them from time to time.

THE ALPHABET.

1. The German alphabet consists, like the English, of twenty-six letters, as printed opposite.

CAPITAL LETTERS.

2. Capital letters are used—

(1) For all nouns, and words used as nouns: *Schaf*, *sheep*; *der Kranke*, *the sick man*.

(2) For adjectives derived from the names of towns or persons, but not for adjectives derived from the names of countries: *Berliner Zeitungen*, *Berlin newspapers*; *das englische Volk*, *the English people*.

(3) For personal and possessive pronouns of address: *Sie*, *you*; *Ihr*, *your*.

Otherwise the use of capital letters is similar in English and German (but the personal pronoun *I* = *ich*).

PRONUNCIATION.

3. The approximate pronunciation of the sounds of the German language is given below. Their absolutely correct pronunciation can only be learnt from the lips of a teacher, and no attempt is here made to give a scientifically accurate description of the sounds.

THE VOWELS.

4. a, long: like *a* in *father*; as *baden*;
 short: has a similar sound, but must be uttered
 more quickly: *alt*.
 e, long: like *a* in *mate*; as *Mehl*;
 short: like *e* in *net*; as *gelb*.
 i, long: like *ee* in *sheep*; as *mir*;
 short: like *i* in *bit*; as *ritten*.
 o, long: like *o* in *sole*; as *Not*;
 short: like *o* in *frost*; as *kosten*.
 u, long: like *u* in *rule*; as *Mut*;
 short: like *u* in *full*; as *Bund*.
 y like *i*; (in words derived from Greek) like *ü* (§ 6).

Note.—Final *e* must always be sounded; it is pronounced like the *e* in *sober*, but without the *r* sound; as *Ho-fe*, *Stu-be*, *Ga-be*.

THE DIPHTHONGS AND DOUBLE VOWELS.

5. aa, like long German *a*; as *Haar*.
 ai, like *i* in *pike*, but with "closed" *a*; as *Mai*.
 au, like *ow* in *how*; as *Traum*.
 ee, like long German *e*; as *Seele*.
 ei, like *i* in *pike*; as *frei*.
 eu, like *oy* in *boy*; as *Heu*.
 ie, like *ee* in *sheep*; as *viel*.
 oo, like long German *o*; as *Boot*.

THE MODIFIED VOWELS.

6. ä, long: like *a* in *fare*; as *Bär*;
 short: like *e* in *men*; as *Männer*.
 äu: like *oy* in *boy* (cp. en above); as *Fräulein*.
 ö, long: like *u* in *fur*; as *schön*;
 short: like *u* in *rut*; as *Öffnung*.

ü, long: like French *u* in *sur*; as Türe (there is no corresponding sound in English);
 short: similar to long **ü**, but uttered more quickly;
 as Hütte.

If you pronounce the English word *eel* with protruded and rounded lips, the vowel sound will be that of the long German **ü**.

THE CONSONANTS.

7. b and **d** at the end of a word or syllable are pronounced respectively like *p* and *t*; as *erwarb* (= *erwarp*), *Sand* (= *Sant*), *lebhaft* (= *lephaft*), *endlich* (= *entlich*). So also **bs** = *ps*: as *Krebs* (= *Kreps*).

c has three different sounds:

- (1) = *k*, before *a*, *o*, *u*; as *Comödie*, *Cultur*.
- (2) = *ts*, before *e* (*ä*), *i*, *ö*, *y*; as *Cäsar*, *Citrone*.
- (3) = *ss*, in words derived from the French; as *Malice*, *Race* (also spelt *Rasse*).

g has three different sounds:

- (1) = English *g* in *good* at the beginning of a word or syllable; as *Gnade*, *begehren*.
- (2) = *ch* (see below) when it follows the vowel of the syllable to which it belongs; as *Tag*, *täglich*, *Königs*.
- (3) = French *j* (*i.e.* English *s* in *leisure*) in words derived from the French; as *Page*, *Genie*.

h in the middle or at the end of a syllable generally serves merely to lengthen the preceding vowel; as *hohl*, *roh*.

j is pronounced like English *y* in *you*; as *jung*.

s at the beginning of a word or syllable is pronounced like English *z*; as *blasen*, *besorgen*. At the end it is pronounced like *ss* in *kiss*; as *Fels*.

v is like English *f*, **w** like English *v*; as *Vater*, *wie*.

z is pronounced like English *ts*; thus *Zahl* is pronounced *tsahl*, *zu* is pronounced *tsoo*.

GROUPS OF CONSONANTS.

8. *ch*, after *a*, *o*, *u*, and *au*, is pronounced like *ch* in the Scotch *loch*; as *Bach*. In other positions in native German words it is pronounced something like the initial sound in the English word *hew*; as *Bücher*. In words derived from Greek it is pronounced like *k*; as *Charakter*. In words derived from French *ch* = *sh*; as *Chocolade*.

chs = English *x*; as *sechs*.

sch = English *sh*; as *schön*.

sp and *st* at the beginning of a word or syllable must be pronounced respectively *shp* and *sht*; as *sparen*, *stechen*, *versprechen*, *einsteigen*.

dt and *th* are both pronounced like *t*; as *Stadt* (= *Stat*), *Theater* (= *Teater*).

ng must not be separated in the pronunciation, as in *ungirt*, unless they belong to different parts of a compound word, as in *angehen*: the German word *Finger* rhymes with the English word *singer*.

qu is pronounced like *kv*; as *quartier*.

Consonants not mentioned above are to be pronounced as in English.

ACCENT OR STRESS.

9. The general rule is that in native German words the stress is on the root syllable: *leben*, *ordentlich*.

Foreign words are usually accented as in the language from which they are borrowed: *Kapitel*, from Latin *capitulum*; *Grammatik*, from Latin *grammatica*; *Natur*, from Latin *natura*.

Words borrowed from the French are usually accented on the last syllable; as *Genie*, *Papier*, *Experiment*.

THE REVISED GERMAN ORTHOGRAPHY.

10. Certain changes in German orthography were introduced by the Prussian Minister of Education in 1880, and they have been generally adopted throughout Germany.

The following is a brief outline of these changes:—

(1) All modified vowels, whether capitals or not, must receive the Umlaut (*or* modification) sign, instead of being followed by an *e*: Äpfel, Öfen (*formerly* Aepfel, Oefen).

(2) The termination *-nis* (*i.e.* with one *s*) is substituted for the termination *-niss*; the plural remains *-nisse*: *singular*, das Ereignis; *plural*, die Ereignisse.

(3) The letter *h* is dropped after *t*—

In the terminations *-tum* and *-tüm*: Königtum, Ungetüm (*formerly* Königthum, Ungethüm).

In final *-th*: Mut, Not (*formerly* Muth, Noth).

Before a double vowel: Teil, Tier, verteidigen (*formerly* Theil, Thier, vertheidigen).

In a number of other words, especially between vowels: Atem, wüten, Tat (*formerly* Athem, wüthen, That).

Note.—The *h* is kept in all Greek words: Thema, Theater.

(4) Double vowels largely disappear: Schar (*formerly* Schaar).

(5) The infinitive ending *-ieren* replaces the old ending *-iren*: marschieren, arrangieren (*formerly* marschiren, arrangiren).

NOTE 1.—For emphasis words are spaced in German, not printed in italics as in English; thus *ein* when a numeral is spaced to distinguish it from the unemphatic indefinite article *ein*; in the same way *der*, the demonstrative pronoun, is sometimes spaced to distinguish it from the unemphatic definite article *der*.

NOTE 2.—Two (or more) substantives compounded with the same word are often connected by hyphens, the part of the compound common to both being expressed only once, *e.g.* Haupt- und Nebensätze, Sonnenauf- oder Untergang, for Hauptsätze und Nebensätze (*principal and dependent clauses*), Sonnenaufgang und Sonnenuntergang (*sunrise and sunset*).

EXERCISE IN PRONUNCIATION.

NOTE.—(˘) over a vowel means that it is pronounced long; a single vowel not so marked is short.

Das, gâr, kalt; sêhr, wêr, helldann, dâ,; mit, ihm, in; oft, soll, lôs, Tôn; gût, nûr, muss, uns; Saal; Kaffee, See;

Moos; Kaiser, Mai; Ei, Wein; Baum, glauben; heute, Leute; vier, nieder; Käse, Hände; öde, Höhle, öffnen, können; über, für, führen, üben, schütten, füllen, müssen, Hülle; Bäume, Häuser; Bad, halb, endlos, gelblich; gesandter, verwandt, Kathedrale, Thèse, Äther; gerne, beginnen, wichtig, billig; rauh, lahm, aufhören; ja, jetzt, jeder; reisen, Seife, Gras, Glas; Vetter, versuchen; zehn, zwanzig, einzig, Zeit; lachen, suchen, Hauch, machen, richtig, Becher, Licht, welche; Fuchs, Lachs, Wachs, wachsen; schwer, Entschluss, schön, schön, rasch; spenden, sparen, stehen, Streich, Spass; fangen, Eingang, entgegen, eng; weiter, werden, bewahren, zuweilen; quēr, Quäl, Quelle.

THE AUXILIARY VERBS.

11. The German auxiliary verbs are:

(a) haben, (b) werden, (c) sein.

(a) Haben:

(i) Used as a notional verb, haben means *to have, possess, hold*:

Die Vögel haben Flügel.

Birds have wings.

(ii) As an auxiliary verb, haben is used to form the compound past tenses of all transitive and some intransitive verbs:

Er hat gearbeitet (intrans.) und
Geld verdient (trans.).

*He has worked and earned
money.*

(b) Werden:

(i) Used as a notional verb, werden means *to become, get*:

Er wurde Arzt.

He became a doctor.

Er wurde krank.

He got (fell) ill.

(ii) As an auxiliary verb with the infinitive, **werden** forms the future tense and the tenses of the conditional mood:

Wir werden an ihn schreiben.	<i>We shall write to him.</i>
Sie würde gern reisen.	<i>She would like to travel.</i>

(iii) As an auxiliary used with the past participle, **werden** forms the passive voice:

Der Brief wurde geschrieben.	<i>The letter was written.</i>
Er wird entlassen werden.	<i>He will be dismissed.</i>

Obs.—Werden followed by an infinitive has *active* force, followed by a past participle it has *passive* force.

(c) **Sein**:

(i) Used as a notional verb, **sein** means *to be, exist*:

Das Meer ist tief.	<i>The sea is deep.</i>
In dem Meere sind viele Fische.	<i>In the sea there are (exist) many fish.</i>

(ii) As an auxiliary of verbs denoting change of position or state, **sein** is used where English generally requires *to have*; it is used also as auxiliary in its own compound past tenses:

Ich bin glücklich gewesen.	<i>I have been fortunate.</i>
Er ist alt geworden.	<i>He has become old.</i>
Wir sind bestraft worden.*	<i>We have been punished.</i>
Er ist gegangen.	<i>He has gone.</i>

Compare the English use of auxiliaries in *I am come* and *I have come*.

12. In the paradigms of verbs given in this book the second persons singular and plural are printed in small type, as they are of importance only for literary and conversational purposes. In learning the verbs the student should confine himself to the first and third persons singular and plural, as these are the only forms he is likely to meet with in scientific works; see § 14.

No translation of the tenses of the subjunctive is given, at the meaning varies according to the context: often the English indicative is an adequate rendering.

* The form **worden** takes the place of the past participle **geworden** in the perfect tenses of the passive voice.

13. THE AUXILIARY VERB HABEN.

INFINITIVE PRESENT:	haben,	<i>to have.</i>
„ PERFECT:	gehabt haben,	<i>to have had.</i>
PARTICIPLE PRESENT:	habend,	<i>having.</i>
„ PAST:	gehabt,	<i>had.</i>

INDICATIVE.

SUBJUNCTIVE.

PRESENT (*I have*).

PRESENT.

ich habe	wir haben
du hast	ihr habt
er hat	sie haben

ich habe	wir haben
du habest	ihr habet
er habe	sie haben

IMPERFECT (*I had*).

IMPERFECT.

ich hatte	wir hatten
du hattest	ihr hättet
er hatte	sie hatten

ich hätte	wir hätten
du hättest	ihr hättet
er hätte	sie hätten

PERFECT (*I have had*).

PERFECT.

ich habe gehabt
du hast gehabt
er hat gehabt, etc.

ich habe gehabt
du habest gehabt
er habe gehabt, etc.

PLUPERFECT (*I had had*).

PLUPERFECT.

ich hatte gehabt

ich hätte gehabt

FUTURE (*I shall have*).

CONDITIONAL.

ich werde haben

FUTURE-PERFECT (*I shall have had*).PRESENT (*I should have*).

ich werde gehabt haben

ich würde haben
or ich hätte

IMPERATIVE.

PERFECT (*I should have had*).

habe, have (<i>thou</i>).
hab(e)t, have (<i>ye</i>).

ich würde gehabt haben
or ich hätte gehabt

NOTE.—For the conjugation of the auxiliaries *werde* and *würde* in the future and conditional of *haben* see § 15, present indicative and imperfect subjunctive of *werden*.

14. THE AUXILIARY VERB SEIN.

INFINITIVE PRESENT :	sein,	<i>to be.</i>
„ PERFECT :	gewesen sein,	<i>to have been.</i>
PARTICIPLE PRESENT :	seiend,	<i>being.</i>
„ PAST :	gewesen,	<i>been.</i>

INDICATIVE.

PRESENT (*I am*).

ich bin	wir sind
du bist	ihr seid
er ist	sie sind

IMPERFECT (*I was*).

ich war	wir waren
du warst	ihr waret
er war	sie waren

PERFECT (*I have been*).

ich bin gewesen

PLUPERFECT (*I had been*.)

ich war gewesen

FUTURE (*I shall be*).

ich werde sein

FUTURE-PERFECT (*I shall have been*).

ich werde gewesen sein

IMPERATIVE.

sei, *be (thou).*
 seid, *be (ye).*

SUBJUNCTIVE.

PRESENT.

ich sei	wir seien
du seiest	ihr seiet
er sei	sie seien

IMPERFECT.

ich wäre	wir wären
du wärest	ihr wäret
er wäre	sie wären

PERFECT.

ich sei gewesen

PLUPERFECT.

ich wäre gewesen

CONDITIONAL.

PRESENT (*I should be*).

ich würde sein
 or ich wäre

PERFECT (*I should have been*).

ich würde gewesen sein
 or ich wäre gewesen

NOTE.—For the conjugation of the auxiliaries *werde* and *würde* in the future and conditional of *sein* see § 15, present indicative and imperfect subjunctive of *werden*.

15. THE AUXILIARY VERB WERDEN.

INFINITIVE PRESENT:	werden,	<i>to become.</i>
„ PERFECT:	geworden sein,	<i>to have become.</i>
PARTICIPLE PRESENT:	werdend,	<i>becoming.</i>
„ PAST:	geworden,	<i>become.</i>

INDICATIVE.

SUBJUNCTIVE.

PRESENT (*I become*).

PRESENT.

ich werde	wir werden	ich werde	wir werden
du wirst	ihr werdet	du werdest	ihr werdet
er wird	sie werden	er werde	sie werden

IMPERFECT (*I became*).

IMPERFECT.

ich wurde	wir wurden	ich würde	wir würden
du wurdest	ihr würdet	du würdest	ihr würdet
er wurde	sie wurden	er würde	sie würden

PERFECT (*I have become*).

PERFECT.

ich bin geworden	ich sei geworden
------------------	------------------

PLUPERFECT (*I had become*).

PLUPERFECT.

ich war geworden	ich wäre geworden
------------------	-------------------

FUTURE (*I shall become*).

ich werde werden

CONDITIONAL.

FUTURE-PERFECT (*I shall have become*).PRESENT (*I should become*).

ich werde geworden sein

ich würde werden
or ich würde

IMPERATIVE.

PERFECT (*I should have become*).werde, *become* (*thou*).
werdet, *become* (*ye*).ich würde geworden sein
or ich wäre geworden

NOTE.—Besides the forms wurde, wurdest, wurde in the singular of the imperfect indicative, werden has the alternative forms ward, wardst, ward, but their use is slightly archaic.

16. The usual form of address is **Sie**, accompanied by the third person plural of the verb: it is used indifferently in addressing one or more persons. This **Sie** is distinguished from the third personal pronoun by being written with a capital.

Colloquially the second person singular is only used in addressing children and intimate friends. In literature it is used much as *thou* is used in English. The plural form of the pronoun *du* is *ihr*, and is used to address collectively persons who singly would be addressed by *du*.

17. The German *zu*, corresponding to the English *to*, is not always used with the infinitive, but its presence or absence will cause no difficulty to the reader.

PRONOMINAL ADJECTIVES.

18. German has four cases: the nominative, representing the subject; and the accusative, genitive, and dative, representing roughly the direct object, the possessor, and the indirect object (or recipient) respectively.

19. The definite article, *the*.

	SINGULAR.			PLURAL.	
	Masc.	Neut.	Fem.	All genders.	
<i>Nom.</i>	der	das	} die	<i>N.</i>	} die
<i>Acc.</i>	den	das		<i>A.</i>	
<i>Gen.</i>	des	} der	} der	<i>G.</i>	der
<i>Dat.</i>	dem			<i>D.</i>	den

20. The adjectives *dieser*, *this*; *jener*, *that*; *jeder*, *each*, *every*; *welcher*, *which*; and *mancher*, *many*, are declined like the definite article, but end in *-es* instead of *-as* in the nominative and accusative neuter singular; thus *dieser*, *diese*, *dieses*.

21. The indefinite article *ein* (*a* or *an*) is declined as *kein* (*no*) below; it has, of course, no plural.

	SINGULAR.			PLURAL.
	Masc.	Neut.	Fem.	All Genders.
N.	kein	kein	{ keine	N. } keine
A.	keinen	kein		A. }
G.	keines		{ keiner	G. } keiner
D.	keinem			D. }

23. Similarly are declined the possessive adjectives—

Masc. and Neut.	Fem.	
mein	meine	<i>my</i>
dein	deine	<i>thy</i>
sein	seine	<i>his</i> or <i>i</i>
ihr	ihre	<i>her</i> or <i>i</i>
unser	unsere	<i>our</i>
euer	eure	<i>your</i>
ihr	ihre	<i>their</i>

NOTE.—The possessive adjective used in the polite form of address is *Ihr*, whether one or more persons are addressed; it is the third person plural form written with a capital.

THE REGULAR (or WEAK) VERBS.

24. Regular (or weak) verbs are such as form their imperfect by adding *-te* (in some cases *-ete*) to the stem of the verb. Thus in the case of the verb *loben*, *to praise*, *lob-* is the stem, and the imperfect *lobte* is formed by the addition of *-te* to this stem. The past participle of all weak verbs ends in *-t*.

25. Irregular (or strong) verbs form their imperfect by a vowel change in the root and without the addition of *-te*, and their past participle by vowel change and the addition of *-(e)n*; thus *singen*, *to sing*, has imperfect *sang*, *sang*, past participle *gesungen*, *sung*.

26. THE REGULAR VERB MACHEN.

INFINITIVE PRESENT:	machen,	<i>to make.</i>
„ PERFECT:	gemacht haben,	<i>to have made.</i>
PARTICIPLE PRESENT:	machend,	<i>making.</i>
„ PAST:	gemacht,	<i>made.</i>

INDICATIVE.

SUBJUNCTIVE.

PRESENT (*I make*).

PRESENT.

ich mache	wir machen	ich mache	wir machen
du machst	ihr macht	du machest	ihr machtet
er macht	sie machen	er mache	sie machen

IMPERFECT (*I made*).

IMPERFECT.

ich machte	wir machten	ich machte	wir machten
du machtest	ihr machtet	du machtest	ihr machtet
er machte	sie machten	er machte	sie machten

PERFECT (*I have made*).

PERFECT.

ich habe gemacht	ich habe gemacht
------------------	------------------

PLUPERFECT (*I had made*).

PLUPERFECT.

ich hatte gemacht	ich hätte gemacht
-------------------	-------------------

FUTURE (*I shall make*).

ich werde machen

CONDITIONAL.

FUTURE-PERFECT (*I shall have made*).PRESENT (*I should make*).

ich werde gemacht haben

ich würde machen

IMPERATIVE.

PERFECT (*I should have made*).

mache, *make (thou).*
 machet, *make (ye).*

ich würde gemacht haben
 or ich hätte gemacht

PECULIARITIES OF WEAK VERBS.

27. Verbs ending in -den, -ten, -sten, -spen, -gnen, -chnen, -tmen, require, for convenience of pronunciation, the insertion of an e in the 2nd and 3rd persons singular and the second person plural, in the whole of the imperfect tense, and in the past participle.

28. Thus the verb *reden* is conjugated as follows:

PARTICIPLE PAST: *geredet*.

INDIC. PRES. (*I speak*).

INDIC. IMPERF. (*I spoke*).

ich rede	wir reden	ich redete	wir redeten
du redest	ihr redet	du redetest	ihr redetet
er redet	sie reden	er redete	sie redeten

29. Verbs with an s sound before the -en of the infinitive (*i.e.* verbs ending in -sen, -ssen, -schen, and -zen) require an e before the -st of the 2nd person singular, present indicative:

ich passe, <i>I fit</i> ,	ich wünsche, <i>I wish</i>	ich trotze, <i>I defy</i>
du passest	du wünschest	du trotzest
er passt	er wünscht	er trotzt

30. Verbs of which the stems end in -el or -er drop the e of the endings -en and -end:

sammel-n, <i>to collect</i>	sammel-nd, <i>collecting</i>
wander-n, <i>to wander</i>	wander-nd, <i>wandering</i>

31. Verbs ending in -ieren form their past participles without the usual prefix *ge-*:

kondensieren, <i>to condense</i> ,	past participle	kondensiert
probieren, <i>to try</i>	„	probiert

ORDER OF WORDS.

32. In German certain rules are observed as to word-order which render a change of order necessary when the sentence is translated into English. (See also §§ 170-182.)

In principal sentences—

(a) Infinitives and past participles are placed at the end of the sentence:

Er hat das Buch gelesen.
Er wird das Buch lesen.

He has read the book.
He will read the book.

(b) When there is more than one participle or infinitive the English order is inverted:

Er ist bestraft worden.
(punished) (been)

He has been punished.

(c) Inversion of the verb and subject takes place in a principal sentence—

(i) In questions, wishes, and commands:

Schreibt er?

Is he writing?

Wo ist er?

Where is he?

Wären wir nur da!

Would that we were there!

Lassen Sie mich gehen!

Let me go!

(ii) When for the sake of emphasis an adverb or other word that is not the subject is placed at the beginning of the sentence:

Gestern regnete es.

It rained yesterday.

Das Haus kann ich nicht sehen.

I cannot see the house.

(iii) When a dependent clause precedes the principal sentence:

Wenn er hier wäre, so würde ich ihn fragen.

If he were here, I would ask him.

Obs. The conjunction *so* is often inserted in the principal sentence after a preceding subordinate clause: it is commonest after a clause expressing a condition.

In subordinate clauses the verb is placed at the end:

Der Mann, der hier ist, ist ein Deutscher.

The man who is here is a German.

READING LESSON I.

If a verbal form begins with *ge-*, it is generally a past participle; e.g. *gemacht* will be found in the dictionary under *machen*.

1. Ich habe ein Buch. 2. Wir haben ein Pferd.

3. Ich werde ein Pferd haben.

4. Er hatte keine Zeit gehabt.

5. Ich habe Chemie studiert.

6. Mein Freund hat das Experiment gemacht.

7. Dieses Laboratorium ist sehr alt.

8. Ich war gestern in Berlin.

9. Die Sonne wird heiss, aber es ist kühl in diesem Zimmer. *room*

10. Ich werde meine Arbeit gleich anfangen.
11. Mein Bruder hat sein Buch verloren.
12. Der Baum wird grun.
13. Mein Freund ist sehr fleissig, aber er wird nie reich werden.
14. Das Wetter ist schön geworden.
15. Ich bin begierig Deutschland zu sehen.
16. Das Messer wird bald stumpf werden.
17. Hier ist die Flasche, und dort ist der Bunsenbrenner.
18. Ich hatte das Unglück ein Becherglas zu zerbrechen.
19. Haben Sie nie deutsch gelernt?
20. Was haben Sie gesagt?
21. Mein Freund wird bald nach Heidelberg gehen, um dort Anatomie zu studieren.
22. Haben Sie die Vorlesung gehört?
23. Nein, ich habe den Hörsal nicht gefunden.
24. Hier ist eine Spritzflasche für Sie.
25. Wir haben heute sehr fleissig gearbeitet.
26. Das Wasser in meiner Flasche ist gefroren, und die Flasche ist zerbrochen.
27. Haben Sie das Buch gekauft?
28. Nein, ich werde es morgen kaufen.
29. Ich habe diese Arbeit sehr schwer gefunden.
30. Der Professor ist hier gewesen, haben Sie ihn nicht gesehen?
31. Nein, ich habe ihn nicht gesehen.
32. Sind Sie müde?
33. Ja, ich bin sehr müde, ich werde bald gehen.
34. Was haben Sie getan?
- etc.* 35. Ich habe sehr wenig getan, ich habe meinen Platz nicht gefunden.
36. Der Schwefel wird in Sicilien gefunden.
37. Dieses Becherglas ist schmutzig, ich werde es reinigen.
38. Ich habe kein Papier, ich habe es vergessen.

<u>gefroren</u> , <i>frozen</i> ,	inf. frieren	verloren, <i>lost</i> ,	inf. verlieren
<u>gefunden</u> , <i>found</i> ,	inf. finden	zerbrochen, <i>broken</i> ,	inf. zerbrechen
<u>getan</u> , <i>done</i> ,	inf. tun		

DECLENSION OF NOUNS.

33. The following general remarks on the declensions of nouns should be read both before and after the paradigms given below have been learnt.

34. All neuter nouns are alike in the nominative and accusative singular.

35. All feminine nouns remain unchanged in the singular.

36. In the plural of nouns of all genders the nominative, genitive, and accusative are alike.

37. The dative plural of all nouns ends in **-n** or **-en**.

38. Most masculine nouns and all neuter nouns form their genitive singular by adding **-s** or **-es** to the nominative singular.

39. German nouns form their plural in one of the following ways:

(a) By modification of the root vowel without the addition of a suffix; *e.g.* **der Vogel**, *the bird*; **die Vögel**, *the birds*.

(b) By the addition of one of the three plural endings **-e**, **-en**, or **-er** (with, in many cases, modification of the root vowel). For examples see §§ 44, 48, 50.

40. The root vowel is always modified in the plural of—

(a) Nouns which form their plural by adding **-er**: **das Rad** (*the wheel*), **die Räder**.

(b) Feminine nouns which form their plural by adding **-e**: **die Frucht** (*the fruit*), **die Früchte**.

41. The root vowel is generally modified in the plural of masculine nouns which form their plural by adding **-e**: **der Fluss** (*the river*), **die Flüsse**.

42. The root vowel is never modified in—

(a) Nouns which form their plural by adding **-n** or **-en**: **der Knabe** (*the boy*), **die Knaben**.

(b) Neuter nouns which form their plural by adding **-e**: **das Gas** (*the gas*), **die Gase**.

43. The following table shows the principal forms of declension of German nouns and indicates which nouns follow the several models given. Exceptions will cause no difficulty as far as the reading of German is concerned.

MASCULINES.

44. Ending in -e.

Singular.		Plural.	
N.	der Knabe (<i>boy</i>)	N.	} die Knaben
A.	den Knaben	A.	
G.	des Knaben	G.	der Knaben
D.	dem Knaben	D.	den Knaben

45. Ending in -el, -en, -er.

Singular.		Plural.	
N.	der Nagel (<i>nail</i>)	N.	} die Nägel
A.	den Nagel	A.	
G.	des Nagels	G.	der Nägel
D.	dem Nagel	D.	den Nägeln

NOTE.—Some of the nouns following this type do not modify the root vowel in the plural; *der Knochen* (*bone*), *die Knochen*.

46. A few nouns add n throughout the plural and do not modify.

Singular.		Plural.	
N.	der Muskel (<i>muscle</i>)	N.	} die Muskeln
A.	den Muskel	A.	
G.	des Muskels	G.	der Muskeln
D.	dem Muskel	D.	den Muskeln

47. A few nouns have n throughout all cases singular and plural, except the nom. sing., and add s in the gen. sing. as well.

Singular.		Plural.	
N.	der Name (<i>name</i>)	N.	} die Namen
A.	den Namen	A.	
G.	des Namens	G.	der Namen
D.	dem Namen	D.	den Namen

48. All other masculine nouns.

Singular.		Plural.	
N.	der Fall (<i>case</i>)	N.	} die Fälle
A.	den Fall	A.	
G.	des Falles	G.	der Fälle
D.	dem Falle	D.	den Fällen

NOTE.—A few monosyllabic masculine nouns declined according to this type do not modify the root vowel : *der Tag (day), die Tage.*

NEUTERS.

49. Ending in -el, -en, -er, -chen, and -lein.

Singular.		Plural.	
N.	das Wunder (<i>miracle</i>)	N.	} die Wunder
A.		A.	
G.	des Wunders	G.	der Wunder
D.	dem Wunder	D.	den Wundern

50. Most monosyllables.

Singular.		Plural.	
N.	} das Blatt (<i>leaf</i>)	N.	die Blätter
A.		A.	
G.	des Blatts	G.	der Blätter
D.	dem Blatte	D.	den Blättern

51. All other neuter nouns.

Singular.		Plural.	
N.	} das Metall (<i>metal</i>)	N.	} die Metalle
A.		A.	
G.	des Metalls	G.	der Metalle
D.	dem Metall	D.	den Metallen

FEMININES.

52. A few monosyllables.

Singular.		Plural.	
N. }	die Hand (<i>hand</i>)	N. }	die Hände
A. }		A. }	
G. }	der Hand	G. }	der Hände
D. }		D. }	den Händen

NOTE.—About thirty feminine monosyllables are declined like **Hand**.

53. Feminine nouns ending in *-nis* add *-e* to form the plural: **die Erlaubnis** (*permission*), **die Erlaubnisse**.

54. Most monosyllables.

Singular.		Plural.	
N. }	die Uhr (<i>watch</i>)	N. }	die Uhren
A. }		A. }	
G. }	der Uhr	G. }	der Uhren
D. }		D. }	den Uhren

NOTE.—The great majority of monosyllabic feminine nouns are declined like **Uhr**.

55. All other feminine nouns.

Singular.		Plural.	
N. }	die Krankheit (<i>illness</i>)	N. }	die Krankheiten
A. }		A. }	
G. }	der Krankheit	G. }	der Krankheiten
D. }		D. }	den Krankheiten

NOTE.—Some feminine nouns declined according to this type take merely *-n* for the plural: **die Feder** (*feather*), **die Federn**. It is a question of euphony.

DECLENSION OF FOREIGN NOUNS.

56. Names of males in *-or* (from the Latin) take *-s* in the genitive singular, and *-en* throughout the plural. Such are: **Professor**, **Doktor**, **Antor** (*author*).

57. Nouns—mostly learned formations—ending in *-ium* in the singular and a few others take *-ien* or *-en*.

das Dogma, <i>the dogma</i>	die Dogmen
das Drama, <i>the drama</i>	die Dramen
das Fossil, <i>the fossil</i>	die Fossilien
das Gymnasium, <i>the school</i>	die Gymnasien
das Individuum, <i>the individual</i>	die Individuen
das Material, <i>the material</i>	die Materialien
das Museum, <i>the museum</i>	die Museen
das Princip, <i>the principle</i>	die Principien
das Reptil, <i>the reptile</i>	die Reptilien
das Studium, <i>the study</i>	die Studien

58. The suffix *-e*, occurring in the dative singular of those monosyllabic masculine and neuter nouns which form their genitive in *-es* or *-s*, may be omitted: *dem Manne or dem Mann, dem Blatte or dem Blatt*.

59. In the following Reading Lesson there occur some inflected forms of adjectives, *e.g.* *feuchter*, from *feucht* (*damp*). Such inflected forms must, for the present, be taken on trust.

READING LESSON II.

In translating the following sentences the student is expected to use his knowledge of English and to translate idiomatically.

Thus, in No. 1 English idiom requires the omission of the definite article before a substantive taken in a general sense; *Das Eisen* must accordingly be rendered *Iron*.

This advice applies also to word-order: in No. 2 *würde nicht sein* *rot* is the order in which the predicate must be taken; in No. 3 *würde gefunden* must be taken together, etc.

In No. 5 the two clauses must be connected by *and*. *Lässt sich* (§ 194) = *admits of being*, and the infinitive is to be rendered as passive.

In No. 6 the English order is (1) subject, (2) predicate, (3) object.

In No. 7 *aber* must be taken before *ist*. *Schwer* is an adverb.

1. Das Eisen ist ein sehr nützliches Metall.
2. Unser Blut würde ohne Eisen nicht rot sein.
3. Das Eisen wird in chemischen Verbindungen gefunden.

4. Das Gusseisen enthält 5% Kohlenstoff.¹
5. Es ist spröde, lässt sich also nicht hämmern. *accidentally*
6. Gusseisen können wir nicht anwenden, wo wir grosse Festigkeit haben wollen.
7. Schmiedeeisen lässt sich hämmern und dehnen, ist aber schwer schmelzbar.
8. Eine wertvolle Eigenschaft des Stahls ist die Elastizität.
9. Daher kann man aus Stahl Sprungfedern machen.
10. Eisen rostet in feuchter Luft, weil es Sauerstoff und Wasser anzieht.
11. Rost ist Eisenoxyd mit Wasser.
12. Um das Eisen vor Rost zu schützen, bestreicht man es mit Ölfarbe, oder verzinkt oder vernickelt es.
13. Brennende Lampen verschlechtern die Zimmerluft.
14. Der Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure.
15. Diese hat ganz andere Eigenschaften als die Luft.
16. Sie schmeckt säuerlich (Selterswasser); sie rötet blaues Lackmuspapier.
17. Wenn man in einer grossen Flasche, die etwas Kalkwasser enthält, einen Holzspan verbrennt, so wird das klare Kalkwasser trübe.
18. Der Kalk verbindet sich mit der Kohlensäure zu kohlensaurem Kalk (Kreide).
19. Dieser ist im Wasser unlöslich, trübt es also.
20. Aus Kreide oder Soda kann man die Kohlensäure durch starken Essig austreiben.
21. Man kann die Kohlensäure in ein anderes Gefäss giessen.
22. Probe mit dem Lichte.
23. Auch aus unsern Lungen kommt Kohlensäure, wie man durch Kalkwasser nachweisen kann. *as demonstrative*
24. Das Kupfer ist dehnbar; daher kann man es leicht *easy* zu Draht ziehen und zu dünnen Platten ausschlagen.
25. Es lässt sich leicht bearbeiten, da es weich ist.
26. Es ist ein guter Wärmeleiter.
27. Darum wird das Wasser in kupfernen Kesseln schnell heiss.

¹ Read "fünf procent (pron. protsent) Kohlenstoff."

28. Kupfer leitet auch die Elektrizität gut.

29. Daher wird es zu Blitzableitern gebraucht.

30. Es oxydiert nicht so leicht wie Eisen, wird also in feuchter Luft nicht so leicht zerfressen.

31. Allerdings verliert es auch den Glanz; denn es bedeckt sich mit einer braunen Oxydschicht.

gefunden, <i>found</i> ,	inf. finden	kann, <i>is able</i> ,	inf. können
enthält, <i>contains</i> ,	inf. enthalten	zerfressen (past par-	inf. zerfres-
lässt, <i>allows</i> ,	inf. lassen	ticiples), <i>corroded</i>	sen

DECLENSION OF ADJECTIVES.

60. In German the adjective is invariable when used predicatively, *i.e.* when following a noun:

Die Rose ist rot.

The rose is red.

Die Rosen sind rot.

The roses are red.

61. When used attributively, *i.e.* before a noun expressed or understood, the adjective is inflected.

62. Adjectives used attributively are declined in three different ways, the principle underlying each being that the termination of the definite article (§ 19) must be present either in another attributive word (article, etc.) or in the adjective itself.

I.

63. When the adjective is preceded by the definite article or a pronominal adjective similarly declined (see § 19) the terminations are:

	Singular.		
	Masc.	Neut.	Fem.
N.	e	}	e
A.	en		

In all other cases of the singular, and in the plural throughout, the termination is **-en**. Examples:

Der gute Mann.

The good man.

Das gute Kind.

The good child.

Die gute Frau.

The good woman.

	Masc.	Singular.		Neut.
N.	der gute Mann	N.		das gute Kind
A.	den guten Mann	A.		
G.	des guten Mannes	G.		des guten Kindes
D.	dem guten Manne	D.		dem guten Kinde

	Fem.
N.	{ die gute Frau
A.	{
G.	{ der guten Frau
D.	{

		Plural.		
N.	{ die guten	Männer	Kinder	Frauen
A.	{			
G.	der guten	Männer	Kinder	Frauen
D.	den guten	Männern	Kindern	Frauen

II.

64. When the adjective is preceded by the indefinite article or a pronominal adjective similarly declined (see § 21) the declension of the adjective differs only from I. in the nominative of the masculine and the nominative and accusative singular of the neuter.

	Singular.	
	Masc.	Neut.
N.	er	
A.	en	

In all other cases of the singular, and in the plural throughout, the termination is -en. Examples :

	Masc.	Neut.
N.	ein guter Vater	
A.	einen guten Vater, etc.	ein gutes Kind, etc.

	Fem.
N.	{ eine gute Mutter, etc.,
A.	{

III.

65. In all other instances adjectives used attributively are declined like *dieser, dieses, diese* (§ 84).

In modern German, however, in the genitive singular, masculine and neuter, the termination *-en* has, for the sake of euphony, displaced the termination *-es*.

	Masc.		Singular.		Fem.
			Neut.		
N.	guter	Mann	gutes	Kind	gute Frau
A.	guten	Mann			
G.	guten	Mannes	guten	Kindes	} guter Frau
D.	gutem	Manne	gutem	Kinde	
			Plural.		
N. }	gute	Männer	Kinder		Frauen
A. }					
G.	guter	Männer	Kinder		Frauen
D.	guten	Männern	Kindern		Frauen

NOTES ON THE DECLENSION OF ADJECTIVES.

66. Adjectives ending in *-el* and *-er* may, and in the case of *-el* generally do, omit the *e* before the *l* or *r* when taking any termination except *-en*: *edles Metall*, *precious metal* (from adjective *edel*), *trockner Boden*, *dry soil* (from adjective *trocken*).

67. When taking the termination *-en*, they drop the *e* after the *l* or *r*. Thus, from the adjectives *edel*, *noble*, and *tapfer*, *brave*, we have: *die edeln Männer*, *the noble men*, and *die tapfern Soldaten*, *the brave soldiers*.

68. The adjective *hoch*, *high*, when inflected, drops the *c*: *der hohe Berg*, *the high mountain*.

COMPARISON OF ADJECTIVES.

69. German adjectives form their comparative by the addition of *-er*, and their superlative by the addition of *-st* or *-est*. An adjective in the comparative or superlative degree takes the same inflections as in the positive (§ 76):

klein, <i>small</i> ,	kleiner,	der kleinste
schön, <i>beautiful</i> ,	schöner,	der schönste
hell, <i>light, bright</i> ,	heller,	der hellste

70. Most monosyllabic adjectives modify the root vowel a, o, u in the comparative and superlative:

alt, *old*, älter, der älteste.

71. Monosyllabic adjectives with the diphthong au do not modify:

lau, *lukewarm*, lauer, der lauste.

72. Adjectives of more than one syllable take no modification:

langsam, *slow*, langsamer, der langsamste.

73. The superlative is formed by the addition of -est when the adjective ends in an s sound (s, ss, st, sch). This form of the superlative is also generally used for convenience of pronunciation after -t:

nass, *wet*, der nässeste.

dreist, *bold*, der dreisteste.

74. Adjectives ending in -el, -en, -er usually drop the e of those terminations in the comparative:

edel, edler, der edelste.

75. There are two forms of the superlative:

der, die, das kleinste (*relative*), am kleinsten (*absolute*).

The former is used when several objects are compared:

Unter allen Bäumen ist dieses *Of all trees this is the smallest.*
der kleinste.

The form with am is used to compare an object with itself at other times or in other places:

Hier ist das Eis am stärksten. *Here the ice is strongest.*

76. Comparative and superlative adjectives are declined like ordinary adjectives (§§ 63-65), according as they are preceded by the definite or indefinite article or by none.

Kein grösserer Baum. *No larger tree.*

Singular.

Plural.

N. kein grösserer Baum

A. keinen grösseren Baum

G. keines grösseren Baumes

D. keinem grösseren Baume

} keine grösseren Bäume

keiner grösseren Bäume

keinen grösseren Bäumen

	das billigste Buch, <i>the cheapest book.</i>	
N. }	das billigste Buch	die billigsten Bücher
A. }		
G.	des billigsten Buches	der billigsten Bücher
D.	dem billigsten Buche	den billigsten Büchern

NOTE.—Care must be taken not to confuse the inflexional ending -er of the masculine singular of adjectives (§ 64) with the comparative suffix -er (§ 69):

Ein grosser Kopf.	<i>A large head.</i>
Ein grösserer Kopf.	<i>A larger head.</i>

77.

IRREGULAR COMPARISON.

Positive.	Comparative.	Superlative.
gross, <i>great</i>	grösser	der grösste
gut, <i>good</i>	besser	der beste
hoch, <i>high</i>	höher	der höchste
nah, <i>near</i>	näher	der nächste
viel, <i>much</i>	mehr	am meisten
wenig, <i>little</i>	{ weniger	am wenigsten
	{ minder	am mindesten

READING LESSON.

Read extracts 1, 2 (pp. 81, 82), availing yourself of the help given on page 80 in the case of words which you cannot find in the dictionary.

PERSONAL PRONOUNS.

78.

FIRST PERSON.

Singular.	Plural.
N. ich (<i>I</i>)	N. wir (<i>we</i>)
A. mich	A. uns
G. meiner	G. unser
D. mir	D. uns

79.		SECOND PERSON.					
		Singular.		Plural.			
N.	du (<i>thou</i>)	{	Sie (<i>you</i>)	N.	ihr (<i>ye</i>)	{	Sie (<i>you</i>)
A.	dich			A.	euch		
G.	deiner		Ihrer	G.	eurer		Ihrer
D.	dir		Ihnen	D.	euch		Ihnen

In place of the second person proper, the third person plural form *Sie* is normally used alike in the singular and in the plural (§ 16).

80.		THIRD PERSON.			
		Singular.		Plural.	
	Masc.	Neut.	Fem.	All genders.	
N.	er (<i>he, it</i>)	} es (<i>it</i>)	sie (<i>she, it</i>)	N.	} sie (<i>they</i>)
A.	ihn			A.	
G.	seiner		ihrer	G.	ihrer
D.	ihm		ihr	D.	ihnen

REFLEXIVE PRONOUNS.

81. For the reflexive pronoun of the first persons the dative and accusative of the personal pronouns are used.

The reflexive pronoun of the third persons of all genders, both numbers, dative and accusative case, is *sich*; this serves also for the second person in conjunction with *Sie*, but even when so used it is not written with a capital letter:

Ich verachte mich. <i>I despise myself.</i>	Er begnügt sich. <i>He contents himself.</i>
Ich traue mir. <i>I trust myself.</i>	Sie begnügt sich. <i>She contents herself.</i>
Wir loben uns. <i>We praise ourselves.</i>	Es verändert sich. <i>It changes itself.</i>
Sie begnügen sich.	{ <i>They content themselves.</i>
	{ <i>You content yourself.</i>
	{ <i>You content yourselves.</i>

82. *Sich* may also be used with reciprocal force, though *einander* (indeclinable) is generally preferred, as it avoids ambiguity:

Sie werfen einander (or <i>sich</i>) mit Steinen.	<i>They are pelting one another with stones.</i>
But	{ <i>either They praise themselves.</i>
Sie loben sich.	
	{ <i>or They praise one another,</i>

POSSESSIVE PRONOUNS.

83. The possessive pronouns are formed from the possessive adjectives in two ways:—

(a) By prefixing the definite article and adding -ige.

der meinige, das meinige, die meinige,
(declined as gut in § 63).

(b) By the terminations -er, -es, -e.

meiner, meines, meine
(declined like der, das, die in § 19).

Er hat seine Bücher, aber wir *He has his books, but we have*
haben die unsrigen verloren. *lost ours.*

Hier ist Ihr Brief; meiner ist *Here is your letter; mine is*
oben. *upstairs.*

DEMONSTRATIVE PRONOUNS.

n **84.** The demonstrative pronouns *dieser* (*this*), *jener* (*that*), and the demonstrative adjectives *dieser*, *jener*, and *solcher* (*such a*), are declined like the definite article, but have nom. and acc. sing. neut. *dieses* or *dies*, *jenes*, *solches*.

85. The demonstrative *der* differs from the definite article in the genitive singular and plural, and in the dative plural. It is declined as follows:

Singular.			Plural.
Masc.	Neut.	Fem.	All genders.
N. der	} das	die	N. } die
A. den			A. }
G. dessen		deren	G. deren
D. dem		der	D. denen

NOTE.—The difference in meaning between the demonstrative *der* and the definite article is merely one of emphasis. The former is printed spaced, and must be stressed in speaking (see § 10, Note 1)

Den Mann kenne ich nicht.

*I don't know that (particular)
man.*

86. The demonstrative adjectives *derselbe* (*the same*) and *derjenige* (*that one*) consist each of two words, each of which is declined.

Singular.			Plural.
Masc.	Neut.	Fem.	All genders.
N. derselbe	} dasselbe	} dieselbe	N. } dieselben
A. denselben			A. }
G. desselben	}	derselben	G. derselben
D. demselben			D. denselben

87. The declension of *derjenige* is similar.

INTERROGATIVE PRONOUNS.

88. The interrogative pronouns are *wer?* *who?* *was?* *what?* The interrogative adjective is *welcher*, (declined like the definite article *which*).

Masc. and Fem.		Neut.
N. wer	}	N. } was
A. wen		A. }
G. wessen		G. wessen
D. wem		

RELATIVE PRONOUNS.

89. The relative pronouns are *der*, *welcher*, and *was*. The relative *der* is declined like the demonstrative *der*. **Was** is nominative and accusative only.

The relative *welcher* derives its genitive forms from the demonstrative adjective *der*; in the other cases it is declined like the interrogative adjective *welcher*.

Singular.			Plural.
Masc.	Neut.	Fem.	All Genders.
N. welcher	} welches	welche	N. } welche
A. welchen			A. }
G. dessen		deren	G. deren
D. welchem		welcher	D. welchen

90. Was is used for the relative when the antecedent is—

(a) An indefinite neuter expression such as *alles* (*everything*), *nichts* (*nothing*), *viel* (*much*):

Ich habe alles gesehen, was Sie *I have seen all that you have*
getan haben. *done.*

(b) A neuter adjective used as a noun:

Das Gute was ich hier getan habe. *The good that I have done here.*

(c) A whole sentence or clause:

Er versprach zu kommen, was er *He promised to come, which he*
nicht getan hat. *has not done.*

INDEFINITE PRONOUNS.

91. The indefinite pronouns are:—

jemand, somebody, anybody
niemand, nobody, not . . . anybody
jederman, everybody, anybody
man, one, they, people, etc.
etwas, something, anything
nichts, nothing

92. *Jemand*, *niemand*, and *jedermann* take an -s in the genitive, but are not, as a rule, declined in the other cases.

93. *Etwas* is often contracted into *was*, especially in conversation:

Ich will Ihnen was sagen. *I will tell you something.*

94. *Man*, *one* (equivalent to French *on*), borrows its dative and accusative (*einem* and *einen*) from *ein*. Its possessive adjective, *one's*, is *sein*.

Man is of very common use in German when the statement applies to people in general, and generally speaking it is well to avoid translating **man** by *one*. Frequently **man** used with a verb in the active is best rendered by the English passive voice:

Man muss es schnell tun. *It must be done quickly.*

In the description of an experiment the imperative (2nd person) is used in English, whereas German often has **man** with the present subjunctive:

Man fülle ein Fläschchen mit Wasser. *Fill a flask with water.*

95. Etwas and nichts are indeclinable.

READING LESSON.

Read extracts 3, 4 (pp. 82, 83).

MODAL VERBS.

96. There are in German six auxiliary verbs of mood. Their meanings are very various and can only be learnt by practice: for examples of the commoner usages see § 193.

97. The auxiliary verbs of mood are:

dürfen, <i>to be allowed</i>	müssen, <i>to be obliged, must</i>
können, <i>to be able, can</i>	sollen, <i>shall, ought to</i>
mögen, <i>may</i>	wollen, <i>will</i>

PARTICIPLE PAST.

gedurft, gekonnt, gemocht, gemusst, gesollt, gewollt

INDICATIVE PRESENT.

ich darf	kann	mag	muss	soll	will
du darfst	kannst	magst	musst	sollst	willst
er darf	kann	mag	muss	soll	will
wird dürfen	können	mögen	müssen	sollen	wollen
ihr dürft	könnt	mögt	müsst	sollt	wollt
sie dürfen	können	mögen	müssen	sollen	wollen

INDICATIVE IMPERFECT.

ich durfte konnte mochte musste sollte wollte

SUBJUNCTIVE PRESENT.

ich dürfe könne möge müsse solle wolle

SUBJUNCTIVE IMPERFECT.

ich dürfte könnte möchte müsste sollte wollte

These verbs are conjugated fully, their compound tenses being formed in the ordinary way: *e.g.* ich werde können, *I shall be able.* Their auxiliary is *haben*: *e.g.* ich habe gedurft, *I have been allowed.*

98. The infinitive of these verbs is used instead of the past participle when another infinitive precedes:

Er hat nicht gehen können. *He has not been able to go.*
 Sie hätten es nicht tun sollen. *You ought not to have done it.*

99. These verbs take no *zu* before the infinitive:

Er will nicht kommen. *He does not want to come.*

THE PASSIVE VOICE.

100. The auxiliary of the passive voice is *werden* (§ 15).

101. In English the verb "to be" with a past participle expresses either a state or an action. Thus the sentence *When I entered the room, the window was shut* may describe the state of affairs obtaining in the room when I entered it; or it may mean that, after my entering the room, the action of shutting the window was performed. In German the auxiliary *sein* is used to express *state*, and the auxiliary *werden* to express *action*. Thus—

Als ich in das Zimmer trat, war das Fenster geschlossen
 describes the state of affairs in the room, whereas

Als ich in das Zimmer trat, wurde das Fenster geschlossen
 tells of something that was done on or after my entering.

102. Conjugation, in the passive voice, of the verb loben, *to praise*.

INFINITIVE PRESENT: gelobt werden, *to be praised*.

„ PERFECT: gelobt worden sein, *to have been praised*.

PARTICIPLE PRESENT: gelobt werdend, *being praised*.

„ PAST: gelobt worden, *been praised*.

INDICATIVE.

PRESENT (*I am praised*).

ich werde gelobt

du wirst gelobt

er wird gelobt

wir werden gelobt

ihr werdet gelobt

sie werden gelobt

IMPERFECT (*I was praised*).

ich wurde gelobt

du wurdest gelobt

er wurde gelobt

wir wurden gelobt

ihr würdet gelobt

sie wurden gelobt

PERFECT (*I have been praised*).

ich bin gelobt worden, etc.

PLUPERFECT (*I had been praised*).

ich war gelobt worden, etc.

FUTURE (*I shall be praised*).

ich werde gelobt werden

FUTURE PERFECT (*I shall have been praised*).

ich werde gelobt worden sein

IMPERATIVE.

werde gelobt, *be (thou) praised*
werdet gelobt, *be (ye) praised*

SUBJUNCTIVE.

PRESENT.

ich werde gelobt

du werdest gelobt

er werde gelobt

wir werden gelobt

ihr werdet gelobt

sie werden gelobt

IMPERFECT.

ich würde gelobt

du würdest gelobt

er würde gelobt

wir würden gelobt

ihr würdet gelobt

sie würden gelobt

PERFECT.

ich sei gelobt worden, etc.

PLUPERFECT.

ich wäre gelobt worden, etc.

CONDITIONAL.

PRESENT (*I should be praised*).

ich würde gelobt werden

or ich würde gelobt

PERFECT (*I should have been praised*).

ich würde gelobt worden sein
or ich wäre gelobt worden

REFLEXIVE VERBS.

103. Reflexive verbs are of two kinds—those that take an accusative of the personal pronoun, and those that take a dative. All reflexive verbs take the auxiliary **haben**.

104. Conjugation of **sich erinnern**, *to remember*, with reflexive pronoun in the accusative case.

INDICATIVE.

PRESENT (*I remember*).

ich erinnere mich

du erinnerst dich

er erinnert sich

wir erinnern uns

ihr erinnert euch

sie erinnern sich

IMPERFECT (*I remembered*).

ich erinnerte mich, etc.

PERFECT (*I have remembered*).

ich habe mich erinnert, etc.

The remaining tenses are formed similarly.

105. For the conjugation of a verb with the reflexive pronoun in the dative case see § 161.

106. It is not always necessary or even possible to translate a verb which is reflexive in German by an English reflexive verb. Thus, a German reflexive verb may be equivalent in English to—

(i) an active transitive verb :

sich erinnern,

to remember.

sich einbilden,

to imagine.

(ii) an active intransitive verb :

sich betragen,

to behave.

sich setzen,

to sit down.

sich ändern,

to change.

(iii) a passive verb :

sich teilen,

to be divided.

sich befinden,

to be found.

(iv) a reflexive verb :

sich vorwerfen,

to reproach oneself.

107. THE STRONG VERB TRAGEN (see § 108).

INFINITIVE PRESENT:	tragen,	<i>to carry.</i>
„ PERFECT:	getragen haben,	<i>to have carried.</i>
PARTICIPLE PRESENT:	tragend,	<i>carrying.</i>
PAST:	getragen,	<i>carried.</i>

INDICATIVE.

PRESENT (*I carry*).

ich trage	wir tragen
du trägst	ihr tragt
er trägt	sie tragen

IMPERFECT (*I carried*).

ich trug	wir trugen
du trugst	ihr trugt
er trug	sie trugen

PERFECT (*I have carried*).

ich habe getragen

PLUPERFECT (*I had carried*).

ich hatte getragen

FUTURE (*I shall carry*).

ich werde tragen

FUTURE-PERFECT (*I shall have carried*).

ich werde getragen haben

IMPERATIVE.

trage, *carry (thou).*
 trag(e)t, *carry (ye).*

SUBJUNCTIVE.

PRESENT.

ich trage	wir tragen
du tragest	ihr traget
er trage	sie tragen

IMPERFECT.

ich trüge	wir trügen
du trügest	ihr trüget
er trüge	sie trügen

PERFECT.

ich habe getragen

PLUPERFECT.

ich hätte getragen

CONDITIONAL.

PRESENT (*I should carry*).

ich würde tragen
 or ich trüge

PERFECT (*I should have carried*).

ich würde getragen haben
 or ich hätte getragen

IRREGULAR VERBS.

108. The great majority of German irregular verbs are the so-called *strong* verbs, *i.e.* verbs which form their imperfect tense by *vowel change*, without the addition of *-te*, and of which the perfect participle ends in *-en* (§ 25).

109. A few irregular verbs, though they show vowel change in the imperfect, are weak verbs and have a perfect participle ending in *-t*. A list of these verbs is given in § 112.

NOTES ON THE STRONG VERBS.

110. The second and third persons singular of the present indicative are subject to the following irregularities:—

(a) Verbs with the root vowel *a* modify this vowel: *ich trage, du trägst, er trägt.*

The verb *laufen* (*to run*) modifies the *a* of the diphthong *au*: *du läufst, er läuft.*

The verb *stossen* (*to push*) modifies the *o*: *du stössest, er stösst.*

(b) Verbs with the root vowel *ē* (long) * change it into *ie*: *ich sēhe, du siehst, er sieht.*

Verbs with the root vowel *ě* (short) change it into *i*: *ich brēche, du brichst, er bricht.*

For the few exceptions to this rule regarding the change of *e* to *ie* or *i* see the alphabetical list of irregular verbs (§ 113).

(c) Those verbs which change the *e* in the second and third persons singular of the present indicative do so also in the second person singular of the imperative and drop the final *e*:

sehen, to see: *sieh, see (thou).*

brechen, to break: *brich, break (thou).*

* In order to distinguish long and short *e* in verb roots apply the following test:—

Root *e* followed by a single consonant, or by two consonants the first of which is *h*, is *long*; *e.g.* *lesen, sehen, nehmen, stehlen.*

Root *e* followed by a double consonant, or by two consonants of which the first is *not h*, is *short*; *e.g.* *messen, quellen, sprechen, sterben, helfen.*

111. Strong verbs form their imperfect subjunctive from the imperfect indicative by adding *e* and modifying the vowel if that vowel is *a*, *o*, or *u*.

Impf. Ind. schnitt,	<i>cut</i>	Impf. Subj. schnitte.	
„ nahm,	<i>took</i>	„ nähme.	
„ verlor,	<i>lost</i>	„ verlöre.	
„ grub,	<i>dug</i>	„ grübe.	

Obs. In a few cases (see § 113) the stem vowel of the imperfect subjunctive is not the same as that of the imperfect indicative.

IRREGULAR WEAK VERBS.

112. The following is a list of the weak (*or* regular) verbs in which the vowel of the present stem is not the same as that of the imperfect indicative and past participle. In *bringen* and *denken* there is also a change of consonants; cp. English *bring, brought; think, thought*.

Inf.		Impf. Ind.	Impf. Subj.	Past Part.
brennen	<i>burn</i>	brannte	brennte	gebrannt.
bringen	<i>bring</i>	brachte	brächte	gebracht.
denken	<i>think</i>	dachte	dächte	gedacht.
kennen	<i>know</i>	kannte	kennte	gekannt.
nennen	<i>name</i>	nannte	nennte	genannt.
rennen	<i>run</i>	rannte	rennte	gerannt.
senden*	<i>send</i>	sandte	sendete	gesandt.
wenden*	<i>turn</i>	wandte	wendete	gewandt.

READING LESSON.

Read Extracts 5, 6 (pp. 84, 85).

* These verbs have also regular forms in the past part., viz. *gesendet, gewendet*.

113. ALPHABETICAL LIST OF STRONG, IRREGULAR* AND MODAL VERBS.

The following table will be found useful for reference. It is not intended that the verbs should all be learnt straight off: a few should be committed to memory every day till all are known. The best method of testing one's knowledge is to cover up all columns but one and to repeat the forms that are covered up. For the purpose of reading German it is more important to be able to assign a given imperfect or past participle to its infinitive than to know the principal parts corresponding to a given infinitive.

INFINITIVE	PRESENT 3rd SING.	IMPERFECT	PAST PARTICIPLE	MEANING
backen	bäckt	bak	gebacken	<i>bake</i>
befehlen	befiehlt	befahl	befohlen	<i>command</i>
beginnen	beginnt	begann	begonnen	<i>begin</i>
beissen	beisst	biss	gebissen	<i>bite</i>
bergen	birgt	barg	geborgen	<i>hide</i>
bersten	birst	barst	geborsten	<i>burst</i>
betrügen	betrügt	betrog	betrogen	<i>deceive</i>
bewegen	bewegt	bewog	bewogen	<i>induce</i>
biegen	biegt	bog	gebogen	<i>bend</i>
bieten	bietet	bot	geboten	<i>offer</i>
binden	bindet	band	gebunden	<i>bind</i>
bitten	bittet	bat	gebeten	<i>request</i>
blasen	bläst	blies	geblasen	<i>blow</i>
bleiben	bleibt	blieb	geblieben	<i>remain</i>
braten	brät	briet	gebraten	<i>roast</i>
brechen	bricht	brach	gebrochen	<i>break</i>
brennen	brennt	brannte	gebrannt	<i>burn</i>
bringen	bringt	brachte	gebracht	<i>bring</i>
denken	denkt	dachte	gedacht	<i>think</i>
dringen	dringt	drang	gedrungen	<i>press</i>
dürfen	darf	durfte	gedurft	<i>be allowed</i>
empfehlen	empfiehl	empfohl	empfohlen	<i>recommend</i>
erschrecken	erschrickt	erschrak	erschrocken	<i>become frightened</i>
essen	isst	ass	gegessen	<i>eat</i>

INFINITIVE	PRESENT 3rd SING.	IMPERFECT	PAST PARTICIPLE	MEANING
fahren	fährt	fuhr	gefahren	<i>drive</i>
fallen	fällt	fiel	gefallen	<i>fall</i>
fangen	fängt	fang	gefangen	<i>catch</i>
fechten	ficht	focht	gefochten	<i>fight</i>
finden	findet	fand	gefunden	<i>find</i>
flechten	flicht	flocht	geflochten	<i>twist</i>
fliegen	fliegt	flog	geflogen	<i>fly</i>
fliehen	flieht	floh	geflohen	<i>flee</i>
fliessen	fliesst	floss	geflossen	<i>flow</i>
fressen	frisst	frass	gefressen	<i>eat (of animals)</i>
frieren	friert	fror	gefroren	<i>freeze</i>
geben	gibt	gab	gegeben	<i>give</i>
gedeihen	gedeiht	gedieh	gediehen	<i>thrive</i>
gehen	geht	ging	gegangen	<i>go</i>
gelingen	gelingt	gelang	gelungen	<i>succeed</i>
gelten	gilt	galt	gegolten	<i>be worth</i>
genesen	genest	genas	genesen	<i>recover</i>
geniessen	geniesst	genoss	genossen	<i>enjoy</i>
geschehen	geschieht	geschah	geschehen	<i>happen</i>
gewinnen	gewinnt	gewann	gewonnen	<i>win</i>
giessen	giesst	goss	gegossen	<i>pour</i>
gleichen	gleicht	glich	geglichen	<i>resemble</i>
gleiten	gleitet	glitt	geglitten	<i>glide</i>
graben	gräbt	grub	gegraben	<i>dig</i>
greifen	greift	griff	gegriffen	<i>grasp</i>
halten	hält	hielt	gehalten	<i>hold</i>
hängen	hängt	hing	gehangen	<i>hang</i>
hauen	haut	hieb	gehauen	<i>hew</i>
heben	hebt	hob	gehoben	<i>lift</i>
heissen	heisst	hiess	geheissen	<i>be called</i>
helfen	hilft	half	geholfen	<i>help</i>
kennen	kennt	kannte	gekannt	<i>know</i>
klingen	klingt	klang	geklungen	<i>sound</i>
kommen	kommt	kam	gekommen	<i>come</i>
können	kann	könnte	gekonnt	<i>be able</i>
kriechen	kriecht	kroch	gekrochen	<i>creep</i>
laden	lädt	lud	geladen	<i>load</i>

INFINITIVE	PRESENT 3rd SING.	IMPERFECT	PAST PARTICIPLE	MEANING
lassen	lässt	liess	gelassen	<i>let</i>
laufen	läuft	lief	gelaufen	<i>run</i>
leiden	leidet	litt	gelitten	<i>suffer</i>
leihen	leiht	lieh	geliehen	<i>lend</i>
lesen	liest	las	gelesen	<i>read</i>
liegen	liegt	lag	gelegen	<i>lie</i>
lügen	lügt	log	gelogen	<i>tell a lie</i>
meiden	meidet	mied	gemieden	<i>avoid</i>
messen	misst	mass	gemessen	<i>measure</i>
mögen	mag	mochte	gemocht	<i>may, like</i>
müssen	muss	musste	gemusst	<i>be obliged, must</i>
nehmen	nimmt	nahm	genommen	<i>take</i>
nennen	nennt	nannte	genannt	<i>name</i>
pfeifen	pfeift	pfiff	gepfiffen	<i>whistle</i>
preisen	preist	pries	gepriesen	<i>praise</i>
raten	rät	riet	geraten	<i>advise</i>
reiben	reibt	rieb	gerieben	<i>rub</i>
reißen	reisst	riss	gerissen	<i>tear</i>
reiten	reitet	ritt	geritten	<i>ride</i>
rennen	rennt	rannte	gerannt	<i>run</i>
ringen	ringt	rang	gerungen	<i>wrestle</i>
rinnen	rinnt	rann	geronnen	<i>flow</i>
rufen	ruft	rief	gerufen	<i>call</i>
schaffen	schafft	schuf	geschaffen	<i>create</i>
scheiden	scheidet	schied	geschieden	<i>separate</i>
scheinen	scheint	schien	geschienen	<i>shine, seem</i>
schieben	schiebt	schob	geschoben	<i>shove</i>
schiessen	schießt	schoß	geschossen	<i>shoot</i>
schlafen	schläft	schief	geschlafen	<i>sleep</i>
schlagen	schlägt	schlug	geschlagen	<i>beat</i>
schliessen	schliesst	schloss	geschlossen	<i>shut</i>
schmelzen	schmilzt	schmolz	geschmolzen	<i>smelt</i>
schneiden	schneidet	schnitt	geschnitten	<i>cut</i>
schreiben	schreibt	schrrieb	geschrieben	<i>write</i>
schreien	schreit	schrie	geschrieen	<i>cry</i>
schreiten	schreitet	schrirt	geschritten	<i>stride</i>
schweigen	schweigt	schwiez	geschwiegen	<i>be silent</i>

INFINITIVE	PRESENT 3rd SING.	IMPERFECT	PAST PARTICIPLE	MEANING
schwimmen	schwimmt	schwamm	geschwommen	<i>swim</i>
schwingen	schwingt	schwang	geschwungen	<i>swing</i>
schwören	schwört	schwor	geschworen	<i>swear</i>
sehen	sieht	sah	gesehen	<i>see</i>
senden	sendet	sandte	gesandt	<i>send</i>
singen	singt	sang	gesungen	<i>sing</i>
sitzen	sitzt	sass	gesessen	<i>sit</i>
sollen	soll	sollte	gesollt	<i>shall, ought</i>
spinnen	spinnt	spann	gesponnen	<i>spin</i>
sprechen	spricht	sprach	gesprochen	<i>speak</i>
springen	springt	sprang	gesprungen	<i>spring</i>
stechen	sticht	stach	gestochen	<i>sting</i>
stehen	steht	stand	gestanden	<i>stand</i>
stehlen	stiehlt	stahl	gestohlen	<i>steal</i>
steigen	steigt	stieg	gestiegen	<i>mount</i>
sterben	stirbt	starb	gestorben	<i>die</i>
stossen	stösst	stiess	gestossen	<i>push</i>
streiten	streitet	stritt	gestritten	<i>quarrel</i>
tragen	trägt	trug	getragen	<i>carry</i>
treffen	trifft	traf	getroffen	<i>hit, meet</i>
treiben	treibt	trieb	getrieben	<i>drive</i>
treten	tritt	trat	getreten	<i>tread</i>
trinken	trinkt	trank	getrunken	<i>drink</i>
tun	tut	tat	getan	<i>do</i>
verderben	verdirbt	verdarb	verdorben	<i>spoil</i>
vergessen	vergisst	vergass	vergessen	<i>forget</i>
verzeihen	verzeiht	verzieh	verziehen	<i>pardon</i>
wachsen	wächst	wuchs	gewachsen	<i>grow</i>
wägen	wägt	wog	gewogen	<i>weigh</i>
waschen	wäscht	wusch	gewaschen	<i>wash</i>
wenden	wendet	wandte	gewandt	<i>turn</i>
werfen	wirft	warf	geworfen	<i>throw</i>
wiegen	wiegt	wog	gewogen	<i>weigh</i>
wissen	weiss	wusste	gewusst	<i>know</i>
wollen	will	wollte	gewollt	<i>will, want</i>
ziehen	zieht	zog	gezogen	<i>draw</i>
zwingen	zwingt	zwang	gezwungen	<i>force</i>

ADVERBS.

114. Almost every German adjective or participle can, in its uninflected form, be used as an adverb:

Er arbeitet schnell.	<i>He works quickly.</i>
Das müssen Sie vorsichtig machen.	<i>You must do that cautiously.</i>

So, too, the comparative:

Er arbeitet schneller als Sie.	<i>He works more quickly than you.</i>
--------------------------------	--

115. The simple uninflected form of the superlative adjective is sometimes used adverbially:

höchst, *extremely* gehorsamst, *most obediently*

Usually, however, that form of the superlative adjective compounded with an *dem* (= *am*) or *auf das* (= *aufs*) is the one used adverbially:

Er schreibt am besten.	<i>He writes best (as compared with others).</i>
Er empfing mich am freundlichsten.	<i>He received me in the most friendly way (i.e. more kindly than others).</i>
Er empfing mich aufs freundlichste.	<i>He received me in a very friendly way</i>
Er schreibt aufs beste.	<i>He writes in the best way possible.</i>

Obs. In the first two examples we have instances of what is called the *relative superlative*, in the second two of the *absolute superlative* (§ 75).

116. From the superlative of adjectives and from ordinal numerals (§ 133, 3) there are also a few adverbs formed by means of the termination *-ens*:

bestens, *in the best manner possible*
 höchstens, *at most*
 letztens, *lately*
 meistens, *for the most part*
 mindestens } *at least*
 wenigstens }
 spätestens, *at the latest*

117. The following adverbs are compared irregularly:

wohl, <i>well</i>	besser	am besten
gern (lieb), <i>willingly</i>	lieber	am liebsten
bald, <i>soon</i>	{ eher früher	am ehesten am frühesten
viel, <i>much</i>	mehr	am meisten
wenig, <i>little</i>	{ weniger minder	am wenigsten am mindesten

118. The following examples illustrate the use of the common adverbs *gern* and *lieb*:

Ich lese gern deutsch.	<i>I like reading German.</i>
Ich lese lieber englisch.	<i>I like reading English better.</i>
Es ist mir lieb, dass Sie gekommen sind.	<i>I am glad you have come.</i>

119. Many compound German adverbs are made up of an adjective and a noun in the genitive case. Note specially compounds of the following nouns:

Noun.	Adverb.
Weise, <i>wise, way</i>	glücklicherweise, <i>luckily</i> vorzugsweise, <i>especially, by preference</i> stufenweise, <i>step by step</i>
Fall, <i>case</i>	jedenfalls, <i>in any case</i> notigenfalls, <i>in case of necessity</i>
Seite, <i>side</i>	meinerseits, <i>for my part</i>
Teil, <i>part</i>	größtenteils, <i>for the most part</i>
Ding, <i>thing, case</i>	allerdings, <i>in any case, certainly</i> schlechtherdings, <i>without more ado, straightway</i>
Weg, <i>way</i>	keineswegs, <i>by no means</i> geradeswegs, <i>straightway</i>
Maß, <i>measure, degree</i>	einigermassen, <i>in some measure</i>

120. The following is a list of very common adverbs:—

(1) Adverbs of place:

da	} <i>there</i>	irgendwo, <i>somewhere</i>
dort		links, <i>to the left</i>
her, <i>hither</i>		nirgends, <i>nowhere</i>
herauf, <i>hinauf, up</i>		oben, <i>above, upstairs</i>
herunter, <i>hinunter, down</i>		rechts, <i>to the right</i>
hier, <i>here</i>		überall, <i>everywhere</i>
hin, <i>hence</i>		unten, <i>down, downstairs</i>
hinten, <i>behind</i>		vorn, <i>in front</i>

(2) Adverbs of time:

bald, <i>soon</i>	immer, <i>always</i>	
bis jetzt, <i>as yet</i>	kürzlich, <i>recently</i>	
einmal, <i>once</i>	nie, <i>never</i>	
fastnie, <i>hardly ever</i>	noch, <i>still</i>	
früher, <i>formerly</i>	noch nicht, <i>not yet</i>	
gleich	} <i>immediately</i>	schon, <i>already</i>
sogleich		sonst, <i>otherwise</i>

(3) Adverbs of degree:

auch, <i>also</i>	sonst nichts, <i>nothing else</i>
etwas, <i>somewhat</i>	überhaupt, <i>in general, altogether</i>
fast, <i>almost</i>	
ganz, <i>quite</i>	viel, <i>much</i>
lauter, <i>merely</i>	ziemlich, <i>fairly, rather</i>
sehr, <i>very, very much</i>	

(4) Adverbs of affirmation, negation, interrogation, doubt, etc.:

allerdings	} <i>assuredly,</i>	umsonst	} <i>in vain</i>
freilich		} <i>without doubt</i>		vergebens
gar nicht,	<i>not at all</i>	vielleicht,	<i>perhaps</i>
gewiss,	<i>assuredly, without</i>	wahrscheinlich,	<i>probably</i>
	<i>doubt</i>	wann,	<i>when?</i>
hoffentlich,	<i>it is to be hoped</i>	warum,	} <i>why?</i>
	<i>that</i>	weshalb, weswegen	
jedenfalls,	<i>no doubt</i>	wie,	<i>how?</i>
keineswegs,	<i>by no means</i>	wo,	<i>where?</i>
natürlich,	<i>of course</i>	zwar,	<i>indeed, it is true</i>
unmöglich,	<i>not possibly</i>		

121. Many adverbs of place are compounded with *hin* and *her*. *Hin* denotes motion away from, *her* motion towards, the speaker :

wohin ?	<i>whither ?</i>	dahin	<i>thither</i>
woher ?	<i>whence ?</i>	daher	<i>thence</i>
hierhin	<i>hither</i>	dorthin	<i>thither</i>
hierher	<i>along here</i>	dorthier	<i>thence</i>

CONJUNCTIONS.

122. Conjunctions are of two kinds: coordinative and subordinative.

123. Coordinative conjunctions are of two kinds, pure and adverbial.

124. The pure conjunctions are :

und, <i>and</i>	ondern, <i>but</i> (after a negative)
aber } <i>but</i>	oder, <i>or</i>
allein }	denn, <i>for</i>

The above do not in any way disarrange the order of the words in the sentence (§ 32 c (ii)) :

Ihr Freund ist hier, aber sein Bruder wird nicht kommen.	<i>Your friend is here, but his brother will not come.</i>
---	--

Obs. Aber and sondern. Aber is used both after affirmative and after negative clauses ; but when a clause introduced by *but* flatly contradicts or opposes the preceding clause, then sondern must be used.

Er ging nicht aus, sondern blieb zu Hause.	<i>He did not go out, but remained at home.</i>
---	---

125. Aber is not always the first word of its clause ; it may come later, and then serves to emphasise the word, or words, which it follows :

Ich eilte davon, er aber blieb stehen.	<i>I hastened away, but he remained standing.</i>
---	---

126. The commoner adverbial conjunctions are:

also, <i>so, therefore</i>	sonst, <i>or else</i>
ausserdem, <i>besides</i>	übrigens, <i>besides, moreover</i>
dagegen, <i>on the other hand</i>	entweder . . . oder, <i>either . . .</i>
darum } <i>therefore</i>	or
deshalb }	weder . . . noch, <i>neither . . .</i>
doch, <i>yet, still</i>	nor
folglich, <i>consequently</i>	nichtsdestoweniger, <i>nevertheless</i>

These require inversion of the subject and verb :

Sie müssen hier bleiben, sonst finde ich Sie nicht.	<i>You must stop here, or else I shan't find you.</i>
--	---

127. Subordinative conjunctions, in that they introduce a dependent clause, throw the verb to the end of the clause (§ 32). The following are the commonest subordinative conjunctions:

als, <i>when, than</i>	ob, <i>if, whether</i>
bevor } <i>before</i>	obgleich }
ehe }	obschon }
bis, <i>until</i>	obwohl }
da, <i>as, since</i>	seit }
damit, <i>in order that</i>	seitdem } <i>since (of time)</i>
dass, <i>that</i>	während, <i>while</i>
falls, <i>in case</i>	wenn, <i>if, when</i>
indem, <i>while, as</i>	weil, <i>because</i>
nachdem, <i>after (that)</i>	

Er wird nicht kommen, weil er krank ist.	<i>He will not come, because he is ill.</i>
---	---

WENN, ALS, WANN.

128. Of these words *wenn* and *als* are conjunctions, *wann* is an interrogative adverb. Their several meanings are given overleaf.

129. Wenn has the following meanings :

(1) **Wenn** with a present tense may mean *when* or *whenever*, i.e. it may refer to one particular occasion or it may express repeated or customary action :

Wenn ich auf der Universität bin, werde ich viel arbeiten. *When I am at the university, I shall work hard.*

Wenn ich in Berlin bin, gehe ich viel ins Theater. *When I am in Berlin, I go a great deal to the theatre (customary action).*

(2) **Wenn** with a past tense means *when* only in the sense of *whenever* :

Wenn ich nach Berlin reiste, ging ich viel ins Theater. *When (whenever) I went to Berlin, I used to go a great deal to the theatre.*

(3) **Wenn** may mean *if* :

Wenn ich nach Berlin reise, so werde ich ins Theater gehen. *If I go to Berlin, I shall visit the theatre.*

130. Als has two meanings :

(1) With a past tense it means *when* referring to one particular occasion, and in this sense it can only be used with a past tense.

Als ich in Paris war, traf ich ihren Freund. *When I was in Paris, I met your friend.*

(2) **Als**, in comparison, means *than*, as :

Er ist grösser als sein Freund. *He is taller than his friend.*

Er ist nicht so gross als sein Freund. *He is not so tall as his friend.*

131. Wann means *when*? and is an interrogative direct or indirect :

Wann reisen Sie nach Paris? *When are you going to Paris?*

Man frag mich, wann ich frühstücken wollte. *They asked me when I wished to breakfast*

READING LESSON.

Read Extracts 7, 8 (pp. 85, 86).

NUMERALS.

THE CARDINAL NUMBERS.

132. The following table contains the simple numbers and also examples of compound numbers sufficient to show the method of formation.

0	null	20	zwanzig
1	ein	21	ein und zwanzig
2	zwei	22	zwei und zwanzig
3	drei	25	fünf und zwanzig
4	vier	30	dreissig
5	fünf	40	vierzig
6	sechs	50	fünfzig
7	sieben	60	sechzig
8	acht	70	siebzig
9	neun	80	achtzig
10	zehn	90	neunzig
11	elf	100	hundert
12	zwölf	101	hundert (und) eins
13	dreizehn	108	hundert (und) acht
14	vierzehn	114	hundert (und) vierzehn
15	fünfzehn	150	hundert (und) fünfzig
16	sechzehn	154	hundert vier und fünfzig
17	siebzehn	200	zwei hundert
18	achtzehn	300	drei hundert
19	neunzehn	1000	tausend

1102 ein tausend ein hundert zwei

4630 vier tausend sechs hundert dreissig

10,000 zehn tausend

100,000 hundert tausend

1,000,000 eine Million

5,000,000 fünf Millionen

133. The only cardinals that can be declined are *ein*, *zwei*, and *drei*; of the last two only the genitives *zweier* and *dreier* are in common use. *Ein*, when immediately followed by a noun, is declined like *kein* (§ 22). When used without a noun following it, it takes the terminations of the definite article, and is thus declined :—

	Masc.	Neut.	Fem.
N.	einer	} eines or eins	eine
A.	einen		
G.	eines	}	einer
D.	einem		

NOTE.—*Ein* when emphatic is spaced to distinguish it from the indefinite article; the form *eins* is used for the numeral when no noun follows :

Einer von diesen Männern.

Haben Sie nur ein Buch?

Ich habe nur eins.

One of these men.

Have you only one book?

I have only one.

ORDINALS.

134. “First” and “third” are irregular in formation, the other ordinals to “nineteenth” are formed by the addition of *-te* to the cardinals; from “twentieth” upward they are formed by the addition of *-ste*.

1st	der erste	40th	der vierzigste
2nd	der zweite	100th	der hundertste
3rd	der dritte	101st	der hundert und
4th	der vierte, etc.		erste
20th	der zwanzigste	102nd	der hundert und
21st	der ein und zwanzigste		zweite
		126th	der hundert sechs
22nd	der zwei und zwanzigste		und zwanzigste
		200th	der zwei hundertste
30th	der dreissigste	1000th	der tausendste

Ordinals are declined like adjectives (§§ 63-65).

FRACTIONAL NUMBERS.

135. These are formed by the substitution of *-tel* (derived from *Teil* = *part*) for the final *-te* of the ordinal. They are of the neuter gender.

$\frac{1}{3}$ = ein Drittel

$\frac{1}{20}$ = ein Zwanzigstel

$\frac{1}{4}$ = ein Viertel

$\frac{7}{18}$ = sieben Sechzehntel

$\frac{1}{7}$ = ein Siebentel

$\frac{1}{100}$ = ein Hundertstel

136. *Half* = halb. Its construction is shown by these examples :

Eine halbe Meile = *half a mile*

Ein halbes Jahr = *half a year*

NOTE.—The forms *anderthalb*, *drittehalb* are often used for *one and a half*, *two and a half*.

137. Decimals are written and read as follows :

2 , 3 = zwei, Komma, drei

2 , 03 = zwei, Komma, null drei

138. MISCELLANEOUS NUMERAL FORMS.

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| (1) einerlei, <i>of one kind</i> | beiderlei, <i>of both kinds</i> |
| zweierlei, <i>of two kinds</i> | vielerlei, <i>of many kinds</i> |
| etc. | allerlei, <i>of all kinds</i> |
| (2) einmal, <i>once</i> | zwanzigmal, <i>twenty times</i> |
| zweimal, <i>twice</i> | hundertmal, <i>a hundred times</i> |
| dreimal, <i>thrice</i> | tausendmal, <i>a thousand times</i> |
| | etc. |
| (3) erstens, <i>first</i> | drittens, <i>thirdly</i> |
| zweitens, <i>secondly</i> | etc. |
| (4) einfach, <i>single, singly</i> | dreifach <i>triple, threefold</i> |
| zweifach, <i>double, twofold</i> | etc. |

NOTE.—Einfach as an ordinary adjective means *plain, simple*, as an adverb *simply*.

TIME AND DATE.

- 139.** ein Uhr (*or eins*), *one o'clock*
 zwei Uhr, *two o'clock*
 zwölf Uhr, *twelve o'clock*

The half-hours are spoken of as being half-way towards the next hour.

The quarters are reckoned as in English, or on towards the next hour.

- 8.0, acht Uhr.
 8.12, zwölf Minuten nach acht.
 8.15, ein Viertel (auf) neun; *or*, ein Viertel nach acht.
 8.30, halb neun.
 8.40, zwanzig Minuten vor neun.
 8.45, drei Viertel (auf) neun; *or*, ein Viertel vor neun.

Wie viel Uhr ist es?	<i>What o'clock is it?</i>
Es ist sechs Uhr.	<i>It is six o'clock.</i>
Um wie viel Uhr?	<i>At what o'clock?</i>
Um acht Uhr.	<i>At eight o'clock.</i>
<i>midday</i> = mittag	<i>midnight</i> = mitternacht
A.M. = v. (vormittags)	P.M. = n. (nachmittags)

140. The day of the month is expressed either by

(1) **am** with the dative—

Am achten Juli. *On the eighth of July.*

(2) or the simple accusative—

Den achten Juli } *The eighth of July.*
 Den 8. Juli. }

Der wievielte ist heute? *What is to-day?*
 Es ist der achte Juli. *It is the eighth of July*

READING LESSON.

Read Extracts 9, 10, 11 (pp. 87-89).

PREPOSITIONS.

141. German prepositions may be divided into four classes according as they govern (1) the accusative, (2) the dative, (3) the accusative or dative, with difference of meaning, (4) the genitive.

(1) Prepositions governing the accusative:

durch, <i>through</i>	ohne, <i>without</i>
für, <i>for</i>	um, <i>round, at</i>
gegen, <i>against, towards</i>	wider, <i>against</i>

(2) Prepositions governing the dative:

aus, <i>out of</i>	mit, <i>with</i>
ausser, <i>besides</i>	nach, <i>to, after</i>
bei, <i>near, at</i>	nebst
innen, <i>within</i>	sammt } <i>together with</i>
entgegen, <i>towards</i>	von, <i>of, from</i>
gegenüber, <i>opposite</i>	zu, <i>to</i>
gemäss, <i>according to</i>	

(3) Prepositions governing the accusative or the dative

an, <i>at, on</i>	über, <i>over, above</i>
auf, <i>on, upon</i>	unter, <i>under</i>
hinter, <i>behind</i>	vor, <i>before</i>
in, <i>in, into</i>	zwischen, <i>between</i>
neben, <i>by the side of</i>	

The prepositions in Class 3 govern the dative when, together with the noun they govern, they answer the question *where?* They govern the accusative when they answer the question *whither?* i.e. when they denote the *direction towards which* motion is directed:

Ich schwimme in dem Fluss.	<i>I am swimming in the river.</i>
Ich springe in den Fluss.	<i>I jump into the river.</i>

So—

Der Papierdrache fliegt über dem Dach.	<i>The kite is flying over the roof.</i>
Der Papierdrache flog über das Dach.	<i>The kite flew across the roof.</i>

(4) Prepositions governing the genitive :

anstatt <i>or</i> statt, <i>instead of</i>	trotz, <i>in spite of</i>
diesseits, <i>on this side of</i>	vermöge, <i>in consequence of</i>
innerhalb, <i>within</i>	während, <i>during</i>
jenseits, <i>on the other side of</i>	wegen, <i>on account of</i>
mittelst, <i>by means of</i>	

142. Nach sometimes follows the noun it governs; entgegen and gegenüber generally do so; wegen and gemäss may come either before or after the noun; the other prepositions always precede.

143. In the lists in § 141 the prepositions are given their simplest and most direct meanings. Many of the commoner prepositions are also used figuratively, and in such cases often require widely different English equivalents. The following list contains examples of the less obvious of these uses; it does not pretend to be exhaustive.

Gegen Anfang des Jahres.	<i>About the end of the year.</i>
Gegen fünfzig Bücher.	<i>About fifty books.</i>
Bei diesem Schriftsteller.	<i>In this author's works.</i>
Bei uns.	<i>With us, in our house, country, etc.</i>
Bei dieser Gelegenheit.	<i>On this occasion.</i>
Bei seiner Abreise.	<i>On his departure.</i>
Mit der Post.	<i>By post.</i>
Das Rathaus zu Bremen.	<i>The town hall at Bremen.</i>
Ihnen zu Diensten stehen.	<i>To be at your service.</i>
Zu Stande bringen.	<i>To bring about.</i>
Er leidet an einem Fieber.	<i>He is suffering from fever.</i>
Reich an Kunstschätzen.	<i>Rich in works of art.</i>
An die vier Dutzend.	<i>About four dozen.</i>
Er verreist auf acht Tage.	<i>He is going away for a week.</i>
Auf Antwort warten.	<i>To wait for an answer.</i>
Auf Befehl.	<i>By order.</i>
Auf diese Art (Weise).	<i>In this way.</i>
Auf der Strasse.	<i>In the street.</i>
Einmal über das andere.	<i>Time after time.</i>
Über alle massen.	<i>Beyond measure.</i>

Unter der Bedingung.	<i>On condition.</i>
Unter den Studenten.	<i>Among the students.</i>
Er mischt Salz unter das Mehl.	<i>He mixes salt with the flour.</i>
Vor zehn Jahren.	<i>Ten years ago.</i>
Sich vor Erkältung schützen.	<i>To protect oneself against a chill.</i>

144. When a preposition is used with reference to inanimate objects, expressed or understood, it is generally compounded with *da* (*dar* before a preposition commencing with a vowel) when the implication is demonstrative, or *wo* (*wor* before a preposition commencing with a vowel) when the implication is relative or interrogative.

daran, <i>at it, thereat</i>	woran, <i>whereat, at which?</i>
darauf, <i>on it, thereon</i>	worauf, <i>on which</i>
daraus, <i>out of it, thereout</i>	woraus, <i>out of which</i>
dabei, <i>by it, thereby</i>	wobei, <i>by which</i>
dafür, <i>for it</i>	wofür, <i>for which</i>
dahinter, <i>behind it</i>	wohinter, <i>behind which</i>
damit, <i>with it, therewith</i>	womit, <i>with which</i>
darin, <i>in it, therein</i>	worin, <i>in which</i>

145. Contracted forms of preposition and definite article are very common :

am	<i>for an dem</i>	in's	<i>for in das</i>
an's	„ an das	über's	„ über das
beim	bei dem	um's	„ um das
durch's	durch das	vom	„ von dem
für's	für das	vor's	„ vor das
hinter's	hinter das	zum	„ zu dem
im	in dem	zur	„ zu der

146. Certain German verbs, nouns, and adjectives take after them prepositions which do not correspond to the prepositions required by the corresponding English verbs, nouns, and adjectives ; the following are examples :

bitten um, <i>to ask for</i>	stolz auf, <i>proud of</i>
Mangel an, <i>want of</i>	Furcht vor, <i>fear of</i>

READING LESSON.

Read Extracts 12, 13 (pp. 89-91).

COMPOUND VERBS.

147. Most simple German verbs can, by means of prefixes, be converted into compound verbs. Such compound verbs fall into three classes:—

- (1) Those in which the prefix is always inseparable.
- (2) Those in which the prefix is always separable.
- (3) Those in which the prefix is sometimes separable and sometimes inseparable. In this case there is a difference of meaning according as the prefix is separable or inseparable.

INSEPARABLE COMPOUND VERBS.

148. The inseparable prefixes are TEN in number:

be-	ge-	-er
ent-	emp-	ver-
miss-	wider-	zer-
<i>and hinter-.</i>		

149. Verbs with an inseparable prefix take no *ge-* in the past participle: *zerrissen* from *zerreißen*, *entstanden* from *entstehen*.

150. The inseparable prefix is never accented, but the accent falls on the root syllable of the verb: *beschreiben*, *to describe*.

151. A prefix consisting of inseparable + inseparable is inseparable:

missverstehen, *to misunderstand*, *ich missverstehe*, *ich missverstand*, *ich habe missverstanden*.

152. A prefix consisting of inseparable + separable is inseparable:

vernachlässigen, *to neglect*, *ich vernachlässige*, *ich vernachlässigte*, *ich habe vernachlässigt*.

153. A knowledge of the force of the inseparable prefixes will often enable the learner to dispense with reference to a dictionary ; the following sections accordingly deserve attention :

(1) **Be-**

(a) Changes intransitives into transitives :

Ich antworte.	<i>I answer.</i>
Ich beantworte den Brief.	<i>I answer the letter.</i>
Ich steige schnell.	<i>I climb quickly.</i>
Ich besteige den Berg.	<i>I climb the mountain.</i>

(b) It directs the action to another object :

Ich male Blumen auf die Wand.	<i>I paint flowers on the wall.</i>
Ich bemale die Wand mit Blumen.	<i>I "bepaint" the wall with flowers.</i>

Compare the English verbs "smear" and "besmear."

(c) It forms transitive verbs from nouns and adjectives :

feucht, <i>damp</i>	befeuchten, <i>to moisten</i>
Grenze, <i>boundary</i>	begrenzen, <i>to supply with a boundary, to limit</i>

(2) **Ge-** has now no distinct signification.

(3) **Er-** :

(a) Its most characteristic meaning is that of *attaining* by the action of the verb :

eilen, <i>to hasten</i>	ereilen, <i>to overtake</i>
leben, <i>to live</i>	erleben, <i>to live to see, to experience</i>
denken, <i>to think</i>	erdenken, <i>to think out</i>
flehen, <i>to entreat</i>	erflehen, <i>to get by entreaty</i>
tränken, <i>to give to drink</i>	ertränken, <i>to drown</i>

(b) It sometimes signifies *removal*, associated with the idea of disappearance or death :

löschen, <i>to quench</i>	erlöschen, <i>to be quenched completely</i>
sterben, <i>to die</i>	ersterben, <i>to die out</i>

(c) With adjectives *er-* forms verbs meaning *to make* or *become* :

klar , <i>clear</i>	erklären , <i>to make clear, to explain</i>
rot , <i>red</i>	erröten , <i>to grow red, to blush</i>
frisch , <i>fresh</i>	erfrischen , <i>to freshen</i>

(4) **Ent-**

(a) Indicates *reversal* (its commonest meaning) :

decken , <i>to cover</i>	entdecken , <i>to uncover, to discover</i>
laden , <i>to load</i>	entladen , <i>to unload</i>
siegeln , <i>to seal</i>	entsiegeln , <i>to unseal</i>
heilig , <i>holy</i>	entheiligen , <i>to desecrate</i>
Art , <i>kind, genus</i>	entarten , <i>to degenerate</i>
täuschen , <i>to deceive</i>	enttäuschen , <i>to undeceive</i>

(b) It conveys the idea of *beginning* :

blühen , <i>to bloom</i>	entblühen , <i>to come into flower</i>
schlafen , <i>to sleep</i>	entschlafen , <i>to fall asleep (generally of death)</i>

(5) **Emp-** is etymologically identical with **ent-** (see 4). It occurs only in the following verbs :

empfangen , <i>to receive</i>
empfinden , <i>to feel</i>
empfehlen , <i>to recommend</i>

(6) **Ver-**

(a) Has often the meaning *amiss* :

rechnen , <i>to calculate</i>	sich verrechnen , <i>to miscalculate</i>
hören , <i>to hear</i>	sich verhören , <i>to hear amiss</i>
raten , <i>to advise</i>	verraten , <i>to betray</i>
achten , <i>to esteem</i>	verachten , <i>to despise</i>

(b) It sometimes reverses the action of the verb :

lernen , <i>to learn</i>	verlernen , <i>to unlearn</i>
bieten , <i>to bid</i>	verbieten , <i>to forbid</i>

(c) From nouns and adjectives it forms verbs with meanings exemplified by the following :

Gold, <i>gold</i>	vergolden, to <i>gild</i>
Glas, <i>glass</i>	verglasen, to <i>glaze</i> or to <i>turn into glass</i>
Körper, <i>body</i>	verkörpern, to <i>embody</i>
kurz, <i>short</i>	verkürzen, to <i>shorten</i>
grösser, <i>greater</i>	vergrössern, to <i>enlarge</i>
kühl, <i>cool</i>	verkühlen, to <i>cool</i> (trans.)
deutsch, <i>German</i>	verdeutschen, to <i>turn into German</i>

(7) **Miss-**

(a) Indicates *error* :

achten, to <i>esteem</i>	missachten, to <i>esteem wrongly, to undervalue</i>
--------------------------	---

(b) It gives the simple verb a directly opposite meaning :

billigen, to <i>approve of</i>	missbilligen, to <i>disapprove of</i>
verstehen, to <i>understand</i>	missverstehen, to <i>misunderstand</i>

(8) **Wider - :**

This prefix means *against*, and is identical etymologically with *with* in *withstand* :

stehen, to <i>stand</i>	widerstehen, to <i>withstand</i>
sprechen, to <i>speak</i>	widersprechen, to <i>contradict</i>

(9) **Zer-** denotes *destruction* :

brechen, to <i>break</i>	zerbrechen, to <i>break in pieces</i>
schneiden, to <i>cut</i>	zerschneiden, to <i>cut in pieces</i>

(10) **Hinter-** means *behind*, and figuratively *in an under hand manner* :

hinterlassen, to <i>leave</i> (in a will)
hintergehen, to <i>deceive</i>

SEPARABLE COMPOUND VERBS.

154. Compound verbs, as was pointed out in § 147, are classified according to their prefixes as separable, inseparable, and doubtful, *i.e.* sometimes separable. For the nine inseparable prefixes see § 148. The "doubtful" prefixes are seven in number (see below § 162). All other prefixes are separable.

155. In separable verbs the principal stress accent falls on the separable prefix: *vor'ziehen*.

156. The commonest separable prefixes are prepositions, but in many cases the prefixes consist of nouns, adjectives, or adverbs:

prep.	abschreiben,	<i>to copy.</i>
prep.	aufstehen,	<i>to stand up.</i>
prep.	eintreten,	<i>to enter.</i>
prep.	aufhalten,	<i>to detain.</i>
adj.	wahrnehmen,	<i>to perceive.</i>
adv.	stillschweigen,	<i>to be silent.</i>
adv.	fortgehen,	<i>to go away.</i>
noun	stattfinden,	<i>to take place.</i>

157. If a simple tense of a separable verb stands in a principal sentence, the prefix is detached from the verb and placed at the end.

Ich schreibe den Brief ab.	<i>I am copying out the letter.</i>
Treten Sie bitte ein!	<i>Please come in!</i>
Halten Sie mich nicht auf!	<i>Don't detain me.</i>
Diese Veränderung nahm er bald wahr.	<i>He soon perceived this change.</i>
Er schwieg still.	<i>He was silent.</i>
Das findet nie statt.	<i>That never occurs.</i>

Obs. When a preposition or adverb stands at the end of a clause or sentence, it is almost certainly the separable prefix of a compound verb:

Er reist heute ab (*abreisen = to set out*), *He sets out to-day.*
 Ich fange meine Arbeit an (*anfangen = to begin*), *I begin my work.*
 Er sagte es vorher (*vorhersagen = to foretell*), *He foretold it.*

158. In separable verbs the *zu* of the infinitive and the *ge-* of the past participle are inserted between the prefix and the verb:

Ich habe den Brief abgeschrieben. *I have copied the letter.*
 Ich brauche den Brief nicht abzu- *I need not copy the letter.*
 schreiben.

159. In subordinate clauses the verb comes at the end of the clause, and is therefore not separated from its prefix:

Hier ist der Brief, den ich gestern *Here is the letter which I copied*
 abschrieb.

160. CONJUGATION OF THE
 SEPARABLE VERB *vorziehen*, to prefer.

Infinitive with *zu*: *vorzuziehen*.

Past participle: *vorgezogen*.

INDICATIVE.

PRESENT.

ich ziehe . . . vor
 du ziehst . . . vor
 er zieht . . . vor
 wir ziehen . . . vor
 ihr zieht . . . vor
 sie ziehen . . . vor

PERFECT.

ich habe vorgezogen

IMPERFECT.

ich zog . . . vor
 du zogst . . . vor
 er zog . . . vor
 wir zogen . . . vor
 ihr zogt . . . vor
 sie zogen . . . vor

FUTURE.

ich werde vorziehen

161. CONJUGATION OF THE SEPARABLE REFLEXIVE
 VERB *sich einbilden*, to imagine (REFLEXIVE PRONOUN
 IN THE DATIVE).

INDICATIVE.

PRESENT (*I imagine*).

ich bilde mir ein
 du bildest dir ein
 er bildet sich ein
 wir bilden uns ein
 ihr bildet euch ein
 sie bilden sich ein

IMPERFECT (*I imagined*).

ich bildete mir ein

PERFECT (*I have imagined*).

ich habe mir eingebildet,
 etc.

"DOUBTFUL" COMPOUND VERBS.

162. To this class belong verbs with the so-called "doubtful" prefixes *durch*, *über*, *unter*, *um*, *voll*, *wieder*. These prefixes are sometimes separable, sometimes inseparable.

163. When separable, the prefix retains its full and independent meaning. In the language of chemistry we might then call the compound verb a mechanical mixture in which verb and prefix retain their several characteristics.

164. When inseparable the prefix only slightly modifies the meaning of the verb, or gives to it a figurative sense. The compound verb may then be likened to a chemical compound in which the characteristics of the several elements are lost.

165. A separable prefix is accented, an inseparable is unaccented. Consider carefully the following examples:

SEPARABLE.

durch'reisen, to travel through
ü'bersetzen, to set across
um'gehen, to go round
unter'halten, to hold under
voll'giessen, to fill to the brim
wie'derholen, to fetch again

Er wurde überg^gesetzt

Das Buch ist überg^gesetzt

INSEPARABLE.

durchrei'sen, to traverse
übersetz'en, to translate
umge'hen, to avoid
unterhal'ten, to entertain
vollbring'en, to perform
wiederhol'en, to repeat

He was ferried across.

The book is translated.

Compare these examples in English:

The cart ran over the child.

The troops overran the country.

IMPERSONAL VERBS.

166. There are in German, as in English, impersonal verbs, that is verbs which are used only in the third person singular; some other verbs are also used impersonally in certain senses.

167. Impersonal verbs may be divided into two classes :

(1) Those used absolutely, most of which denote natural phenomena; such are:

es regnet, <i>it rains</i>	es schneit, <i>it snows</i>
es blitzt, <i>it lightens</i>	es hagelt, <i>it hails</i>
es friert, <i>it freezes</i>	es donnert, <i>it thunders</i>

So also—

es scheint, <i>it seems</i>	es geschieht, <i>it happens</i>
-----------------------------	---------------------------------

(2) Verbs which take a dative or an accusative object, and which are represented in English by an ordinary personal verb; such are:

es hungert mich, <i>I am hungry</i>	es freut mich, <i>I am glad</i>
es gelingt mir, <i>I succeed</i>	es gefällt mir, <i>I like</i>

Es düstet den Knaben.	<i>The boy is thirsty.</i>
Es fehlt dem Schüler an Energie.	<i>The pupil lacks energy.</i>

168. *There is* is either *es gibt* or *es ist*. *Es gibt* (used both for *there is* and *there are*) expresses the mere existence of something, or at least its occurrence in some indefinitely limited place, as the world, a country, a city:

Es gibt Tiere, die keine Augen haben.	<i>There are animals which have no eyes.</i>
Es gibt Vögel, welche kaum fliegen können.	<i>There are birds which can scarcely fly.</i>
Es gibt in Frankreich viele Weinarten.	<i>There are many sorts of wines in France.</i>
In dieser Stadt gibt es keine Feuerwehr.	<i>In this town there is no fire brigade.</i>

169. *Es ist, there is, and es sind, there are,* have reference to some definite circumscribed space, *e.g.* a house, a room:

Es sind Fliegen in diesem Zimmer. There are flies in this room.

Es ist ein Vogel in diesem Käfig. There is a bird in this cage.

Obs. The use of *es gibt* and *es ist (sind)* to some extent overlaps.

READING LESSON.

The learner may now proceed with the extracts dealing with the several sciences which he is studying.

NOTES ON SOME IMPORTANT CONSTRUCTIONS.

N.B.—Constructions common to German and English are not noticed in the following sections.

POSITION OF THE SUBJECT.

170. The subject, whether it be a word, a phrase, or a clause, may either precede or follow the verb.

171. Owing to the German inflexional system the relative position of subject and object in a sentence is more variable than in English. In German the nominative case often differs in form from the oblique cases and can be immediately recognised, as in the following examples:

Den Baum kann man nicht sehen. One cannot see the tree.

Ihn hat der Richter verurteilt. The judge sentenced him (or archaic, Him the judge sentenced).

172. The subject, when a noun, can be separated from the article by a long adjectival phrase:

Die weit umherliegenden, mit herrlichen, dichten Bäumen besetzten und durchflochtenen Felder... The fields far stretching around, studded with and intersected by splendid massive trees...

173. So in the common gerundival construction with zu :

Ein zu bedauerndes Ereignis.	<i>An event to be regretted.</i>
Viele zu bestrafende Verbrechen.	<i>Many crimes which have to be punished.</i>

174. The chief rules of normal word-order have already been given (see § 32), and are here briefly recapitulated :

(i) In principal sentences the subject precedes the verb, but inversion of subject and verb occurs—

- (a) in question, wish, command ;
- (b) when an adverb or another member of the sentence is placed at the beginning of the sentence ;
- (c) when a dependent clause precedes the principal sentence.

NOTE.—When the first word of a principal clause is an adverb which refers to the subject and which must for emphasis be placed before it, then no inversion of subject and verb takes place :

Auch die Chemie hat ihre Geschichte.	<i>Chemistry, too, has its history.</i>
--------------------------------------	---

(ii) In subordinate clauses the verb comes at the end :

Ich glaube, dass er jetzt arbeitet.	<i>I think he is working now.</i>
-------------------------------------	-----------------------------------

But when, in a dependent statement (§§ 188, 190), **dass** is omitted, the order is that of a principal sentence :

Ich glaube, er arbeitet jetzt.	<i>I think he is working now.</i>
--------------------------------	-----------------------------------

175. In a subordinate clause inversion of subject and verb can only take place when the conjunctions **wenn** (*if*) and **ob** (*whether*) are omitted :

Wenn man ein Stückchen Kalium auf Wasser wirft, so schmilzt es.	<i>If one throws a small piece of potassium on water, it dissolves.</i>
---	---

or, Wirft man ein Stückchen Kalium auf Wasser, so schmilzt es.

Es scheint als ob sich dieser Körper ausgedehnt hätte.	<i>It looks as if this body had expanded.</i>
--	---

or, Es scheint, als hätte sich dieser Körper ausgedehnt.

176. The real subject of a German sentence is frequently postponed and its place before the verb is taken by *es*, sometimes corresponding to our *there*; cp. §§ 168, 169:

Es fiel ein Stein vom Dach.	<i>There fell a stone from the roof.</i>
Es traf ein Stein den Knaben.	<i>A stone struck the boy.</i>
Es kamen drei Arbeiter vorbei.	<i>Three labourers passed by.</i>
Es scheint die Sonne heute so hell.	<i>The sun is shining so bright to-day.</i>

POSITION OF THE OBJECT.

177. As was pointed out in § 171, the object often precedes the verb and subject in German. When there are two objects, one dative and the other accusative, the dative precedes the accusative if both are nouns:

Er nahm dem Professor den Brief ab.	<i>He took the letter from the professor.</i>
-------------------------------------	---

178. But if one of the objects is a pronoun, it usually comes immediately after the verb:

Er gab es dem Professor.	<i>He gave it to the Professor.</i>
--------------------------	-------------------------------------

If both are pronouns, the accusative is usually put first:

Ich habe es ihm gegeben.	<i>I have given it to him.</i>
--------------------------	--------------------------------

179. The object may be separated from the verb and subject by an intervening clause or clauses:

Den Zug, den wir empfinden, wenn wir die Moleküle eines Körpers durch Dehnung von einander zu entfernen suchen, ... muss man ... auf Kräfte zurückführen ...	<i>The resistance which we feel when we attempt to separate the molecules of a body by distention must be attributed (lit. one must attribute) to forces ...</i>
--	--

180. As in the case of the subject, § 172, the object may be separated from the article by an intervening adjectival phrase:

Diese durch ganz Europa verbreitete Krankheit hat er auf genaueste untersucht.	<i>He has most carefully investigated this disease, which is prevalent throughout Europe.</i>
--	---

THE VERB: PARTICIPLES AND INFINITIVE.

181. In a simple sentence or a principal clause past participles and infinitives come at the end:

Ich habe das Buch schon gelesen.	<i>I have already read the book.</i>
Ich werde meinen Freund bald sehen.	<i>I shall soon see my friend.</i>

182. When there is more than one participle or infinitive, the English order is inverted:

Der Lehrer ist entlassen worden.	<i>The teacher has been dismissed.</i>
Er wird das Buch lesen wollen.	<i>He will want to read the book.</i>

NOTE.—The six auxiliary verbs of mood (see § 97) and also the verbs *sehen* (*see*), *hören* (*hear*), *heissen* (*order*), *helfen* (*help*), *lassen* (§ 184) have this peculiarity: their infinitive is used instead of their past participle when an infinitive precedes:

Ich habe das Buch nicht lesen können.	<i>I have not been able to read the book.</i>
Er hat den Versuch machen wollen.	<i>He wished to make the experiment.</i>
Wenn er den Versuch nicht hätte machen dürfen, wäre er nicht berühmt geworden.	<i>If he had not been allowed to make the experiment, he would not have become famous.</i>

Obs. In the last example observe the position of *hätte* relatively to the two infinitives: even in subordinate clauses the two infinitives must come last.

183. After *sein*, *to be*, and after the impersonal phrases *es bleibt*, *there remains*, *es gibt*, *there is*, the German active infinitive with *zu* is to be translated by the English passive infinitive:

Die Innenfläche ist auf Farbe zu untersuchen.	<i>The internal surface is to be examined as to colour.</i>
Hier ist Wasser zu haben.	<i>Water may be had here.</i>
Es giebt hier viel zu sehen.	<i>There is much to be seen here.</i>

Obs. Cp. also the use of the gerundive with *zu* in § 173.

184. After the verbs *lassen*, *to allow*, *to have (done)*, and *hören*, *to hear*, the German active infinitive without *zu* must sometimes be translated by the English passive participle or infinitive:

Das hört man oft sagen.	<i>One often hears that said.</i>
Er liess ein Haus bauen.	<i>He had a house built.</i>
Ich liess den Knaben rufen.	<i>I ordered the boy to be summoned.</i>
Das lässt sich gut sehen.	<i>That can well be seen.</i>

185. The German infinitive often corresponds to the English verbal noun in *-ing*. When so used, it is spelt with a capital letter and can be declined like an ordinary noun and governed by a preposition:

Das Sprechen stört mich nicht.	<i>Talking does not disturb me.</i>
Ich bin des Lesens müde.	<i>I am tired of reading.</i>
Beim (= bei dem) Lesen macht er viele Fehler.	<i>In reading he makes many mistakes.</i>

THE SUBJUNCTIVE MOOD.

186. The subjunctive mood in German occurs chiefly in subordinate clauses, and more especially in indirect speech and final clauses.

187. In indirect speech or oblique narration (*oratio obliqua*), i.e. when the statement made by a person is reported, but not quoted in the exact words used by him, either the subjunctive or the indicative may be used if the indirect speech is introduced by the conjunction *dass*. The use of the indicative in such clauses implies greater certainty in the mind of the original speaker than would be implied by the subjunctive:

Dieser Mann behauptet dass er mein Bruder sei (or ist).	<i>This man claims to be my brother.</i>
--	--

Obs. The use of *sei* here indicates less certainty on the part of the man with respect to the validity of his claim than if *ist* were used. The use of the indicative would imply definite conviction on the part of the claimant. In either case the English indicative must be used.

188. When indirect speech is introduced by simple juxtaposition without the help of *dass*, the subjunctive is obligatory :

Er sagt, er sei mein Bruder.

He says he is my brother.

Er meinte, die Sache sei nicht schwer.

He was of opinion that the matter was not difficult.

Obs. In this last example the indicative is permissible, because the matter is looked on as practically certain, and is not a mere conception.

189. It sometimes happens that a writer passes to indirect speech without a preliminary "er sagte" or its equivalent. In such a case the subjunctive is the only indication that the passage is not in direct speech :

Er drang auf Reform : es wäre jetzt Zeit, diesem Unfug ein Ende zu machen ; man müsse endlich eine neue Ordnung einführen.

He urged reform. It was now time (he said) to put an end to this abuse ; a new order ought at last to be established.

190. Often, but not invariably, the subjunctive is used in dependent clauses expressing an intention or purpose, a hope or expectation, a fear or apprehension, a request or command. Such clauses may be introduced by one of the conjunctions *dass*, *damit* (*in order that*), or *dass* may be omitted and the word-order is then as in a principal sentence :

Man erwartete, dass das Unternehmen missglücken würde.

It was expected that this enterprise would fail.

Or, Man erwartete, das Unternehmen würde missglücken.

Sie fürchteten, dass es regnen möchte.

They were afraid it might rain.

Der Arbeiter verlangte, dass man ihm seinen Lohn gäbe.

The workman required his wages to be given him.

NOTE.—But the indicative is also often used in such clauses with the same force as the subjunctive, especially after a present tense in the principal clause.

Er lernt deutsch, damit er wissenschaftliche Bücher lesen könne (or *kann*).

He is learning German, in order that he may be able to read scientific books.

AUXILIARY VERBS.

191. The finite forms of the auxiliaries *haben*, *sein*, and *werden* may be omitted from any subordinate clause, and in the case of *werden* are occasionally omitted also in a principal sentence in the future and conditional of the passive voice. This use is frequent in poetry, but is also common in prose; its object is to secure brevity and euphony and to avoid the clashing of similar words:

Ihr Freund, der heute angekommen (ist), ist der Sohn meines Veters. *Your friend who has arrived to-day is the son of my cousin.*

Was er mir gesagt (hat), hat er allen gesagt. *What he said to me he said to all.*

Was sie ihm gewesen und gegeben, ist unberechenbar. *What she has been to him and has given him is incalculable.*

Obs. Here by an extension of this use the auxiliary *ist* is omitted after *gewesen*, and *hat* after *gegeben*.

Wenn er stirbt, wird alles in Ordnung gebracht (werden). *When he dies everything will be put in order.*

192. One auxiliary can do duty for two or more verbs: in principal sentences it stands before the first of these verbs, in a subordinate clause after the last verb:

Er hat sein Lebenlang gearbeitet, gestritten und gelitten. *He has worked, fought, and suffered all his life.*

Das Nordlicht und die Elmsfeuer, von denen Sie gewiss gelesen, und die Sie vielleicht gesehen haben, u.s.w. *The Northern lights and St. Elmo's fire, of which you have assuredly read, and which you have perhaps seen, etc.*

VERBS OF MOOD (see § 97).

193. The verbs of mood have each several meanings. The following are examples of the more important usages:

Müssen.

Jedermann muss sterben.

Everyone must die.

Es musste so sein.

It had to be so.

Ich musste darüber lachen.

I could not help laughing at it.

Er muss gestorben sein.

He must have died (i.e. I suppose he is dead).

Sollen.

Das soll wahr sein.
 Die Versammlung soll heute
 stattfinden.
 Er soll sterben.
 Wenn es regnen sollte.
 Er sollte es tun.

That is said to be true.
The meeting is to take place to-day.
He shall die.
If it should rain.
He ought to do it.

Können.

Sie können gehen.
 Das kann wahr sein.
 Können Sie Deutsch?

You may go.
That may be true.
Do you know (can you German?)

Dürfen.

Darf ich Ihnen das Buch leihen?
 Er darf nicht ausgehen.
 Das dürfte sein.

May I lend you the book?
He is not to go out.
That might be.

Mögen.

Er mag lieber spielen als arbeiten.
 Ich möchte ausgehen.
 Sie mögen sagen, was Sie wollen.

He prefers play to work.
I should like to go out.
You may say what you like.

Wollen.

Er will sterben.
 Wir wollten soeben ausgehen.
 Ich wollte, es wäre Zeit zu gehen.
 Ich wollte sagen.
 Wenn Sie so freundlich sein wollten . . .

He is determined to die.
We were just going out.
I wish it were time to go.
I was going (meant) to say.
If you would be so kind (as to) . . .

194. To the above may be added examples of the various meanings of the verb **lassen**. This verb is closely related to the auxiliary verbs of mood:

Er lässt den Diener den Schlüssel bringen.
 Das lässt sich nicht leugnen.
 Es lässt sich hier gut arbeiten.
 Das Gusseisen lässt sich nicht hämmern.

He orders the servant to bring the key.
That cannot be denied (§ 184).
This is a good place for working.
Cast-iron does not admit of being hammered.

FORMATION OF NOUNS.

195.

SIMPLE NOUNS.

(1) The roots of verbs form, either with or without vowel change, nouns which are almost all of the masculine gender.

From	is formed
hassen, <i>hate</i>	Hass, <i>hatred</i>
schliessen, <i>close</i>	Schluss, <i>closure</i>
entschliessen, <i>resolve</i>	Entschluss, <i>resolution</i>
finden, <i>find</i>	Fund, <i>find</i>
brechen, <i>break</i>	Bruch, <i>fragment</i>
beißen, <i>bite</i>	Biss, <i>bite</i>
gehen, <i>go</i>	Gang, <i>gait</i>
geniessen, <i>enjoy</i>	Genuss, <i>enjoyment</i>
reißen, <i>tear</i>	Riss, <i>rent, tear</i>
schliessen, <i>shoot</i>	Schuss, <i>shot</i>

(2) A large number of nouns are formed from the roots of verbs by the addition of the suffix *-t*. These are all abstract nouns and nearly all of the feminine gender.

From	is formed
brennen, <i>burn</i>	Brunst, <i>burning</i>
fliehen, <i>flee</i>	Flucht, <i>flight</i>
laden, <i>load</i>	Last, <i>burden</i>
schreiben, <i>write</i>	Schrift, <i>writing</i>
tun, <i>do</i>	Tat, <i>deed</i>
verlieren, <i>lose</i>	Verlust, <i>loss</i>

(3) Nouns can be formed from nearly all German verbs by the addition of the suffix *-ung* to the verbal stem. Such nouns are invariably feminine.

From	is formed
laden, <i>load</i>	Ladung, <i>loading</i>
bilden, <i>form</i>	Bildung, <i>formation</i>
begründen, <i>establish</i>	Begründung, <i>establishment</i>
behandeln, <i>treat</i>	Behandlung, <i>treatment</i>
beobachten, <i>observe</i>	Beobachtung, <i>observation</i>
erklären, <i>explain</i>	Erklärung, <i>explanation</i>
lösen, <i>dissolve</i>	Lösung, <i>solution</i>
vermuten, <i>suppose</i>	Vermutung, <i>supposition</i>

(4) Nouns denoting the agent are derived from verbs by the addition of the suffix *-er* to the root of the verb, in some cases with modification of the root vowel. This corresponds to the English mode of formation.

From	is formed
lesen, <i>read</i>	Leser, <i>reader</i>
singen, <i>sing</i>	Singer, <i>singer</i>
farben, <i>dye</i>	Färber, <i>dyer</i>
tanzen, <i>dance</i>	Tänzer, <i>dancer</i>
erfinden, <i>discover</i>	Erfinder, <i>discoverer</i>
sprechen, <i>speak</i>	Sprecher, <i>speaker</i>

NOTE.—Some nouns denoting the agent are derived from nouns.

From	is formed
Garten, <i>garden</i>	Gärtner, <i>gardener</i>
Schule, <i>school</i>	Schüler, <i>scholar</i>
Tat, <i>deed</i>	Täter, <i>doer</i>
Chemie, <i>chemistry</i>	Chemiker, <i>chemist</i>
Botanik, <i>botany</i>	Botaniker, <i>botanist</i>
Physik, <i>physics</i>	Physiker, <i>physicist</i>

(5) A large number of nouns are formed from adjectives by the addition of the suffix *-e*. If the root vowel of the adjective be *a*, *o*, or *u* it is modified. Such nouns are of the feminine gender.

From	is formed
eben, <i>even, level</i>	Ebene, <i>plain</i>
breit, <i>broad</i>	Breite, <i>breadth</i>
lang, <i>long</i>	Länge, <i>length</i>

(6) A large number of abstract nouns are formed from nouns and adjectives by the addition of the suffixes *-heit* and *-keit*. These nouns are all of the feminine gender. In some cases *-ig* is inserted between the adjective and the suffix *-keit*.

From	is formed
Kind, <i>child</i>	Kindheit, <i>childhood</i>
wahr, <i>true</i>	Wahrheit, <i>truth</i>
trocken, <i>dry</i>	Trockenheit, <i>dryness</i>
geschwind, <i>rapid</i>	Geschwindigkeit, <i>rapidity</i>

(7) Diminutives are formed by the addition of the suffixes *-chen* and *-lein*. These derivative nouns are of the neuter gender. The root vowel is modified, if it be capable of modification.

From	is formed
Glas, <i>glass</i>	Gläschen, <i>small glass</i>
Rohr, <i>tube</i>	Röhrchen, <i>small tube</i>
Stück, <i>piece</i>	Stückchen, <i>small fragment</i>
Kugel, <i>ball</i>	Kügelchen, <i>small ball, pellet</i>
Stab, <i>rod</i>	Stäbchen, <i>small rod</i>

COMPOUND NOUNS.

196. Compound nouns are very common in German, and can be formed almost at will. Consequently even the largest dictionaries do not contain all such words, and the learner must acquire the habit of ascertaining the meaning of a compound from that of its constituent parts.

The final part of a compound noun is always a noun, and the gender of this noun is also as a rule the gender of the compound. The preceding constituents may be nouns (in nom. sing., or gen. sing. or plural), adjectives, verbs, adverbs, prepositions, or inseparable prefixes. The following examples should be studied:—

(1) Noun + noun :

Blei | kugel, *bullet*
lead | ball

Wasser | fläche, *water-surface*
water | surface

Gewicht | s | einheit, *unit of weight*
weight | unit

Form | änderung, *change of form*
form | change

Natur | erscheinung, *natural phenomenon*
nature | phenomenon

Natur | gesetz, *law of nature*
nature | law

Gehör | organ, *organ of hearing*
hearing organ

Seide | n | faden, *silk thread*
silk thread

Gewicht | s | verlust, *loss of weight*
weight loss

Eintritt | s | stelle, *place of entrance*
entrance place

Höhe | n | messung, *measurement of altitude*
altitude measurement

(2) Adjective + noun :

Vier | eck, *quadrilateral figure*
four corner

Drei | fuss, *tripod*
three foot

Hoch | verrat, *high treason*
high treason

(3) Verb + noun :

Spann | kraft, *tension*
stretch force

Siede | punkt, *boiling point*
boil point

Schreib | tisch, *writing table*
write table

Zünd | hölzchen, *match*
light small piece of wood

(4) Adverb + noun :

Heim | weg, *way home*
home way

(5) Preposition + noun :

Ein | gang, *entrance*
in going

(6) Inseparable prefix + noun :

Miss | brauch, *misuse*

FORMATION OF ADJECTIVES.

197. SIMPLE ADJECTIVES.

The following are the terminations by means of which adjectives are derived from other parts of speech and, in certain cases, from other adjectives.

- (1) -en, -ern form adjectives from the names of materials:

golden, <i>golden</i>	from	Gold, <i>gold</i>
ledern, <i>leathern</i>	„	Leder, <i>leather</i>
steinern, <i>stone</i>	„	Stein, <i>stone</i>
gläsern, <i>glass</i>	„	Glas, <i>glass</i>

- (2) -ig corresponds to the English suffix -y:

mächtig, <i>mighty</i>	from	Macht, <i>might</i>
blutig, <i>bloody</i>	„	Blut, <i>blood</i>
tätig, <i>active</i>		Tat, <i>deed</i>
würdig, <i>worthy</i>		Würde, <i>dignity</i>
eisig, <i>icy</i>		Eis, <i>ice</i>
wässrig, <i>watery</i>		Wasser, <i>water</i>

- (3) -icht forms adjectives denoting the possession of a quality:

felsicht, *rocky* from Fels, *rock*

- (4) -isch forms a large number of adjectives; it sometimes corresponds to our -ish:

diebisch, <i>thievish</i>	from	Dieb, <i>thief</i>
kindisch, <i>childish</i>	„	Kind, <i>child</i>
preussisch, <i>Prussian</i>	„	Preusse, <i>a Prussian</i>
chemisch, <i>chemical</i>	„	Chemie, <i>chemistry</i>
geologisch, <i>geological</i>	„	Geologie, <i>geology</i>

- (5) -bar, connected with the root “bear,” means *capable* of (English -able, -ible), and forms adjectives—

- (a) From the roots of verbs:

lesbar, <i>legible</i>	from	lesen, <i>read</i>
hörbar, <i>audible</i>	„	hören, <i>hear</i>
teilbar, <i>divisible</i>	„	teilen, <i>divide</i>
lösbar, <i>soluble</i>	„	lösen, <i>dissolve</i>

(b) From nouns :

dienstbar, <i>serviceable</i>	from	Dienst, <i>service</i>
fruchtbar, <i>fruitful</i>		Frucht, <i>fruit</i>
dankbar, <i>thankful</i>		Dank, <i>thanks</i>

(6) -sam (English -*some* in *lonesome*) implies sameness or agreement, hence "of a . . . kind" :

heilsam, <i>wholesome</i>	from	heilen, <i>heal</i>
wirksam, <i>effective</i>		wirken, <i>effect</i>
empfindsam, <i>sensitive</i>		empfinden, <i>feel</i>
mühsam, <i>toilsome</i>		Mühe, <i>toil</i>
arbeitsam, <i>laborious</i>		arbeiten, <i>work</i>

(7) -lich (English -*like*, -*ly*) means *acting like*, *characteristic of*. It forms adjectives from—

(a) Nouns :

menschlich, <i>human</i>	from	Mensch, <i>human being</i>
täglich, <i>daily</i>	„	Tag, <i>day</i>
zeitlich, <i>temporal</i>	„	Zeit, <i>time</i>
körperlich, <i>bodily</i>	„	Körper, <i>body</i>

(b) Roots of verbs :

sterblich, <i>mortal</i>	from	sterben, <i>die</i>
merklich, <i>noticeable</i>	„	merken, <i>notice</i>
vernehmlich, <i>audible</i>	„	vernehmen, <i>hear</i>

(c) Adjectives :

schwärzlich, <i>blackish</i>	from	schwarz, <i>black</i>
ältlich, <i>oldish</i>	„	alt, <i>old</i>

(8) -haft, -haftig are derived from the root of *haben* and

schmerzhaft, <i>painful</i>	from	Schmerz, <i>pain</i>
fehlerhaft, <i>faulty</i>		Fehler, <i>fault</i>
lebhaft, <i>lively</i>		Leben, <i>life</i>
dauerhaft, <i>durable</i>		Dauer, <i>endurance</i>
riesenhaft, <i>gigantic</i>		Riesen, <i>giant</i>
tugendhaft, <i>virtuous</i>		Tugend, <i>virtue</i>
teilhaftig, <i>participating</i>		Teil, <i>part</i>

198. COMPOUND ADJECTIVES.

The last constituent of the compound adjective is always of an adjectival nature. Compound adjectives having one of the following adjectives as their final constituent are particularly frequent:—

(a) -artig, *like, resembling* (derived from *Art, kind*):

kugelartig, *sphere-like*

silberartig, *silver-like*

lederartig, *leather-like*

kalkartig, *lime-like*

(b) -förmig (from *Form, form, shape*), *like in form or nature*:

gasförmig, *gaseous*

kugelförmig, *spherical*

gleichförmig, *uniform*

linsenförmig, *lense-shaped*

dampfförmig, *vaporiform*

(c) -los, corresponding to English *-less*:

kraftlos, *without strength*

farblos, *colourless*

hoffnungslos, *hopeless*

(d) -arm, *poor in*:

eisenarm, *poor in iron*

(e) -reich, *rich in*:

eisenreich, *rich in iron*

(f) -ähnlich, *resembling*:

geschwulstähnlich, *tumour-like*

knochenähnlich, *bone-like*

Miscellaneous compound adjectives are sufficiently illustrated by the following examples:

wachsw weich, *soft as wax*

stecknadelkopfgross, *of the size*

silberweiss, *silver-white*

of a pin-head

lichtempfindlich, *sensitive to light*

weissgrau, *greyish white*

geradlinig, *rectilinear*

luftleer, *airless* (leer = *empty*)

ABBREVIATIONS.

199. The commonest abbreviations are the following :

bezw.	beziehungsweise = <i>respectively, relatively.</i>
ca.	circa = <i>about.</i>
d.	the appropriate form of the definite article.
d.h.	das heisst = <i>that is, that is to say, viz.</i>
d.i.	das ist = <i>that is, i.e.</i>
d.M.	dieses Monats = <i>—th instant.</i>
ders.	derselbe = <i>the same.</i>
f.	für.
i.J.	im Jahre = <i>in the year.</i>
i.w.S.	im weiteren Sinne = <i>in a wider sense.</i>
Mk.	Mark = <i>mark (shilling).</i>
n.Chr.	nach Christi Geburt = <i>A.D.</i>
n.	nachmittags = <i>p.m.</i>
Pfd.	Pfund = <i>pound or £.</i>
resp.	respektive = <i>respectively.</i>
s.	sieh = <i>see, v.</i>
S.	Seite = <i>page.</i>
u.dergl.	und dergleichen
u.a.m.	und andere mehr
u.s.f.	und so fort
u.s.w.	und so weiter
v.	von, vom.
v.Chr.	vor Christi Geburt = <i>B.C.</i>
v.	vormittags = <i>a.m.</i>
z.	zu, zum, zur.
z.B.	zum Beispiel = <i>for instance, e.g.</i>
zw.	zwischen = <i>between, about.</i>

EXTRACTS FOR READING.

It is intended that the student should read Nos. 1-13 of the following Extracts while he is engaged on §§ 1-146 of the Grammar. During this period he will need to avail himself of the help given below.

Extracts 89-99 (pp. 197-208) are easy pieces intended for students who wish to practise reading Gothic type. Others should after reading Nos. 1-13 either continue with Nos. 14-24 or proceed at once to the Extracts dealing with the Sciences on which they are engaged.

See Dictionary under

1. **machen . . . aus**
 (§ 157) ausmachen
2. **vergilt (§ 110, b) vergelten**
 läuft (§ 110, a) laufen
 geschossene schiessen
 reden . . . an (§ 157) ... anreden
 springt . . . empor.....
 (§ 157) ... emporspringen
 schilt (§ 110, b) schelten
 darf (§ 97) dürfen
 kann (§ 97) können
3. **trägt (§ 110, a) tragen**
 gegangen gehen
4. **es gibt (§ 168) geben**
 gewaschen waschen
 geschoren scheren
 gebraten braten
5. **gebogen biegen**
 meldet . . . an (§ 157) anmelden
 gekrochen kriechen
 nimmt (§ 110, b) nehmen
 ruft . . . zu (§ 157) zurufen

See Dictionary under

6. **es (§ 176)**
 lässt (§ 194) lassen
 beschnitten beschneiden
 fängt . . . an (§ 157) ... anfangen
 aufgehoben (§ 158) ... aufheben
 gewunden winden
7. **aufgestellt (§ 158) ... aufstellen**
 fliegen . . . aus (§ 157) ausfliegen
 ausgeschnitten
 (§ 158) ausschneiden
9. **wirft . . . vor (§ 157) ... vorwerfen**
 sehen . . . aus (§ 157) .
 tun . . . auf (§ 157) .. . auf tun
11. **aufgestellt (§ 158) ...**
 aufgeladen (§ 158) aufladen
 aufgegangen (§ 158) ... aufgehen
12. **pflücken . . . ab**
 (§ 157) abpflücken
13. **ausgebogen (§ 158) ... ausbiegen**
 ausgewachsen
 (§ 158) auswachsen

ERSTE LESESTÜCKE.

1. VON DER ZEIT.

Ein Tag hat 24 Stunden. Eine Stunde teilt man in zwei halbe Stunden und in vier Viertelstunden. Zu einer Stunde gehören 60 Minuten. Die Minute teilt man in 60 Sekunden. — Sieben Tage machen eine Woche aus. Die Tage der Woche heissen: Sonntag, Montag, Dienstag, 5 Mittwoch, Donnerstag, Freitag, Sonnabend.

Vier Wochen und einige Tage darüber geben zusammen einen Monat. Zwölf Monate sind ein Jahr. Die Monate heissen: Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober, November, Dezember. Die 10 einzelnen Monate haben nicht gleich viel Tage; mancher hat 30, mancher 31 Tage; der Februar hat 28 oder 29 Tage. — Das Jahr teilt man auch in vier Jahreszeiten: Frühling, Sommer, Herbst und Winter.

2. DER HUND.

Das Pferd nützt uns durch seine Körperkraft, die Kuh 15 durch ihre Milch, das Schaf durch seine Wolle, der Hund aber durch seine Klugheit. Klugheit ist mehr wert als Wolle und Milch und Körperkraft. Darum genießt der

Hund auch die Ehre, den Menschen begleiten und mit ihm
20 in demselben Zimmer sein zu dürfen.

Diese Auszeichnung vergißt er durch wichtige Dienste
und standhafte Treue. Der Hofhund läuft während der
Nacht unermüdlich im Hofe umher. Der Schäferhund
verliert vom Morgen bis zum Abend keine Minute lang die
25 Herde aus den Augen, und der Jagdhund holt das ge-
schossene Wild selbst aus dem Wasser und bringt es
seinem Herrn.

Und für alle diese Dienste verlangt der Hund nichts
weiter als einige Reste von unserer Mahlzeit und eine
liebvolle Behandlung. Reden wir ihn freundlich an und
streicheln ihn, so springt er freudig an uns empor, liebkost
uns und leckt uns die Hand. Zeigt man ihm dagegen ein
unfreundliches Gesicht oder schilt man ihn gar, so läuft er
fürchtsam aus dem Wege, duckt sich nieder und sucht sich
35 zu verbergen. Fremde Hunde darf man nicht anfassen;
denn der Biss eines Hundes kann oft sehr gefährlich
werden.

3. DAS PFERD.

Das Pferd ist ein schönes Tier. Es wird höher als ein
Mann. Sein Körper ist mit kurzen, glänzenden Haaren
40 bedeckt. Die Pferde sind von verschiedener Farbe: weiss,
grau, rot, braun, gelbbraun und gefleckt. Die weissen
Pferde nennt man Schimmel, die schwarzen Rappen, die
gelbroten Füchse und die gefleckten Schecken. Auf dem
Nacken trägt das Pferd lange, herabhängende Haare, die
45 man Mähne nennt. Noch länger sind die Haare, welche
den schönen Schweif bilden.

Das Pferd kann sehr schnell laufen und springen.
Durch Beissen und durch Ausschlagen mit den Hinter-

füssen wehrt und verteidigt es sich. Es lernt die Stimme seines Herrn kennen. Auch die Wege, die es einmal 50 gegangen ist, und das Wirtshaus und den Stall, wo es einmal gefüttert wurde, merkt es sich sehr wohl. Seine Nahrung ist Gras, Klee, Heu, Rüben; am liebsten jedoch frisst es Hafer und Brot. Es will sauber gehalten sein; darum wird es gestriegelt und im Sommer in die Schwemme 55 geführt.

Wir brauchen das Pferd zum Ziehen und Tragen. Es zieht die grossen Frachtwagen und die Kutschen, im Sommer oft den Pflug und den Erntewagen. Es trägt den Reiter im Kriege und fürchtet sich nicht vor dem 60 Donner der Kanonen. Wenn es tot ist, so benutzt man seine Haut. Aus ihr wird Leder gegerbt. Die langen Haare dienen zum Auspolstern von Kissen, Ruhebettten und Sesseln.

4. DAS SCHAF.

Der Körper des Schafes ist mit weicher, warmer Wolle 65 bedeckt. Ihre Farbe ist meist weiss. Es gibt aber auch schwarze und gefleckte Schafe. Im Frühling werden sie gewaschen und danach geschoren.

Aus der Wolle werden Strümpfe, Mützen, Handschuhe, auch Jacken und viele andere Sachen gestrickt. Auch das 70 Tuch zu warmen Kleidern wird aus der Wolle des Schafes gemacht. Sein Fleisch ist sehr schmackhaft und wird gekocht oder gebraten. Aus den Därmen macht man Saiten für die Geige und für andere Saiteninstrumente.

Das Schaf lässt sich geduldig scheren und ist nicht 75 trotzig und ungestüm wie das Kalb. Es lässt sich auch still zur Schlachtbank führen.

5. DAS HUHN.

Auf seinem Kopfe trägt das Huhn einen Kamm von rotem Fleisch, und unten an der Kehle hat es zwei rote
80 Fleischlappen. Der Rumpf ist eirund, hat eine starke Brust und einen breiten Rücken. Der Hals ist lang und beim Hahne schön gebogen. Der Schwanz des Hahnes besteht aus langen, hübschen Federn. In den Flügeln sind Schwungfedern. Doch kann das Huhn nicht so
85 geschickt fliegen wie die Taube. Wenn die Henne ein Ei gelegt hat, so gackert sie und meldet damit der Hausfrau diese Tatsache an.

Die Küchlein können bald umherlaufen, wenn sie aus den Eiern gekrochen sind. Ihre Mutter wacht und sorgt gar
90 treulich für sie. Sie lockt die Kleinen zur Nahrung und sorgt, dass jedes etwas zu fressen bekommt. Sie scharrt ihnen Körner oder Würmer hervor, während sie selbst nichts davon genießt. Bei rauher Witterung und des Nachts nimmt sie die Jungen unter ihre Flügel und wärmt
95 sie. Bemerkt sie einen Raubvogel oder eine Katze, so ruft sie den Kleinen ängstlich zu, sammelt sie unter ihre Flügel und verteidigt sich und ihre Kinder gegen die Feinde.

6. UNSER GARTEN.

In diesem Garten wachsen Äpfel, Birnen, Pflaumen und Kirschen. Es stehen auch Blumen und Gemüse
100 darin. Im Frühjahr lässt der Bauer den Garten in Ordnung bringen. Der Bauer und die Arbeiter graben und hacken. Die Blumen werden teils gesät, teils gepflanzt. Die Bäume werden vom Moose gereinigt und auch beschnitten. Im April fängt alles an zu keimen, zu wachsen und auch
105 zu blühen. Reife Früchte bekommen wir schon im

Sommer; die meisten reifen aber erst im Herbste. Da kann jung und alt nach Herzenslust schmausen.

Die sorgsame Mutter denkt aber nicht allein an den Sommer, sondern auch an den Winter. Die Äpfel, Birnen und Nüsse werden aufgehoben. Von den Kirschen und Pflaumen kocht die Mutter Mus. Das Gemüse im Garten wird theils verkauft, theils in der Küche verbraucht. 110

Der wackere Bauer hat auch für Blumen gesorgt. Rote und weisse Rosen, blaue Veilchen, bunter Rittersporn, gefüllte Nelken, Georginen und Asters von allen Farben schmücken die Beete. Zu Geburtstagen oder andern Festen schneidet man die Blumen ab. Davon werden Sträusse und Kränze gewunden. 115

Im Garten steht auch eine Laube von Wein. Der Herbst ziert sie mit schönen weissen, roten und blauen Trauben. An Festtagen essen die Kinder zuweilen bei gutem Wetter mit den Eltern in dem Garten, und dann spielen sie lustig. Der Spatz, der Fink, der Hänfling, der Zeisig, der Stieglitz, auch wohl die Lerche machen da Tafelmusik. 120

Im Winter bringt der Garten auch seine Freuden. Da fährt man auf dem Stuhlschlitten und auf dem Handschlitten. Aus dem weichen Schnee werden nicht nur Schneebälle, sondern auch grosse Schneemänner gemacht. Das gibt dann eine Lust für die Kinder. 125

7. DAS BIENENHAUS.

Oft findet man in den Gärten auch ein Bienenhaus. In ihm sind Bienenstöcke aufgestellt. In jedem Stocke oder Korbe wohnt ein Bienenschwarm für sich. Jede solche Gesellschaft hat ihre Königin; diese heisst der Weisel. Die Bienen sind sehr fleissig. Schon am frühen Morgen 130

fliegen sie zur Arbeit aus. Sie saugen mit ihrem kleinen Rüssel den Saft aus den Blumen. An ihren Füßchen tragen sie den Blumenstaub nach Hause. Daheim bereiten sie Honig und Wachs. Bei ihrer Arbeit lassen sie ein
140 leises Summen hören. In ihren Wohnungen herrscht die grösste Reinlichkeit und Ordnung. Wer sie in ihrer Arbeit stört, den stechen sie empfindlich mit ihrem Stachel. Während des kalten Winters sind sie wie erstarrt in ihren Körben und hängen in dichten Haufen aneinander. Erst
145 im Frühjahre erwachen sie wieder. Der Honig wird schon im Herbst oder erst im Frühlinge ausgeschnitten.

8. VON DER SCHWALBE.

Die Schwalbe erhascht ihre Nahrung im Fluge. Sie muss also sehr geschickt und schnell fliegen können. Darum hat sie auch sehr lange, schmale Flügel. Mit
150 ihrem Schwanze, welcher einer Gabel ähnlich ist, kann sie schnelle Wendungen machen. Wie viel tausendmal muss sie alle Tage ihre Flügel schwingen, und doch wird sie nicht müde! Selten ruht sie aus. Die Füße sind klein und zart, da sie den Flug recht wenig hindern sollen.
155 Auch der Schnabel ist sehr klein und dünn. Er kann aber so weit geöffnet werden, dass ein ganzer Schwalbenkopf in die Öffnung geht. Denn es sollen die kleinen Mücken und Fliegen recht schnell und leicht hineinspazieren.

Die Schwalben gehören zu den nützlichsten Vögeln.
160 Eine Menge kleiner, schädlicher Tiere wird von ihnen vertilgt. Dafür sind die Menschen den Schwalben auch dankbar. Man hegt und pflegt sie und hat es gern, wenn sie an dem Hause oder der Scheune nisten.

9. VOM MAIKÄFER.

Der Maikäfer ist ein rechter Nimmersatt! Den ganzen Tag lang nagt er an dem weichen, frischen Laube der 165 Bäume. Mit seinen hakigen, gegliederten Füßen hängt er am Zweige wie eine Klette. Man schüttelt die Maikäfer des Morgens, wenn sie vom Tau erstarrt sind, von den Bäumen und wirft sie den Hühnern vor, die sie gern fressen und danach viele Eier legen.

Allerdings tut der Mensch kein Unrecht, wenn er die 170 gefräßigen Tiere vertilgt; aber quälen darf man sie nicht. Denn auch sie können Angst und Schmerz empfinden. Der Maikäfer bereitet auch den Kindern manche Freude. Sein schwarzer oder roter, glänzender Sattel und seine 175 braunen Flügeldecken sehen ganz hübsch aus. Statt des roten Blutes hat er einen weisslichen Saft, obgleich er lauter grüne Blätter frisst. Wenn das Kind ihn auf die Hand nimmt und ein Liedchen zum Fliegen ihm singt, da tun sich seine Fühlhörner auf. Er hebt die Flügeldecken, 180 und man sieht, wie er seine eigentlichen Flügel, welche dünn wie eine Haut sind, ausspannt; und dann fliegt's fort mit Gesumm. Man sollte kaum glauben, dass die dünnen Flügel den dicken Körper tragen können.

10. DAS FELD.

Ich gehe zuweilen auf das Feld. Auf dem Felde sieht 185 man Getreide: Roggen, Weizen, Gerste und Hafer. Das Getreide hat lange, hohle Halme. Roggen, Weizen und Gerste haben oben an den Halmen Ähren. In den Ähren stecken die Körner. An der Ähre der Gerste sitzen lange Grannen. Der Hafer hat keine Ähren, 190 sondern Rispen. Roggen und Weizen sät man im

Herbste. Hafer sät man im Frühjahr. Später wird die Gerste gesät.

Den Roggen und Weizen mahlt der Müller zu Mehl.
195 Aus dem Mehl bäckt der Bäcker Brot. Roggenmehl gibt Schwarzbrot und Weizenmehl Weissbrot. Von der Gerste macht man Graupen und Malz. Aus dem Malz wird Bier gebraut. Von Hafer macht man Grütze. Der meiste Hafer wird aber als Futter für die Pferde
200 benutzt.

Auf dem Felde wachsen auch Klee, Flachs, Kartoffeln und noch viele andre Pflanzen. Mit dem Klee füttert man das Vieh. Es ist ein Futterkraut. Aus dem Flachs wird Garn gesponnen, woraus der Weber die
205 Leinwand webt. Leinwand ist sehr nützlich. Die Kartoffeln dienen zur Nahrung für Menschen und Tiere.

11. ERNTEARBEIT.

Die Erntezeit ist da; die Schnitter gehen aufs Feld und mähen das Getreide. Die abgemähten Halme werden in
210 Garben gebunden und im Felde in Mandeln oder Haufen zum Trocknen aufgestellt. Schlimm ist es für die Garben, wenn es in der Erntezeit oft und stark regnet. Sind die Garben trocken, so kommt der Erntewagen. Das reife Korn wird aufgeladen und in die Scheune gefahren. Gar
215 oft ist aber so viel Getreide gewachsen, dass nicht alles unter Dach gebracht werden kann. Der Landmann macht dann grosse Getreidehaufen oder Schober auf dem Felde, deckt sie oben mit Stroh zu und lässt sie stehen, bis in der Scheune Platz ist. Die armen Leute suchen sich zwischen
220 den Stoppeln die einzelnen Ähren auf, welche liegen geblieben sind.

Die Erntezeit ist für den Landmann eine schwere Arbeitszeit. Schon früh, ehe die Sonne aufgegangen ist, geht er mit den Knechten und Tagelöhnern auf das Feld, und bis spät abends ist er tätig. Nur am Mittage, wenn es 225 gar zu heiss ist, ruht er etwas.

Ist die Ernte glücklich vorüber, so wird das Erntefest gefeiert. Der letzte Erntewagen wird mit Kränzen geschmückt und fröhlich in die Scheune gefahren. Der Landmann gibt seinen Knechten und Mägden und allen, 230 die ihm bei der Ernte geholfen haben, ein Fest, an welchem es recht vergnügt hergeht. Des Abends wird dann frisch getanz und fröhlich gesungen. Sie singen auch Lob- und Danklieder, denn die Sorge und Mühe des ganzen Jahres sind durch die Ernte reich belohnt.

235

12. DER WALD.

Im Walde stehen viele Bäume, z. B. Eichen, Buchen, Birken und Tannen. Sie werden Waldbäume genannt und tragen entweder Laub oder Nadeln. Auch wachsen im Walde Sträucher aller Art, z. B. Haselnuss-, Himbeer- 240 Brombeer- und Heidelbeersträucher. Sind die Früchte derselben reif, so eilen die Kinder in den Wald, pflücken sie ab und lassen sich dieselben gut schmecken. Sie freuen sich aber auch über die schönen Waldblumen, von denen sie sich einen Strauss binden. Der Wald ist der Aufenthalt vieler Tiere, z. B. der Hirsche, Rehe, Hasen, Füchse und 245 Eichhörnchen. Auf den Bäumen leben mancherlei Vögel; sie bauen hier ihre Nester und singen fröhliche Lieder. Auch an Käfern und andern Insekten fehlt es im Walde nicht. Sie fliegen lustig summend umher und suchen sich Nahrung.

250

Im Walde herrscht den ganzen Tag hindurch ein reges Leben. Der Förster durchstreift mit seinem Hunde den

Wald, Holzfäller sind fleissig bei ihrer Arbeit, und weithin hört man den Schall ihrer Äxte. An andern Stellen sind
255 Arbeiter mit dem Pflanzen junger Bäumchen beschäftigt. Arme Frauen und Kinder suchen Pilze und Beeren oder sammeln Reisig und dürres Holz. Überall hört man das Singen der Vögel, das Rufen des Kuckucks und das Hämmern des Spechtes. Hirsche und Rehe schreiten durch
260 den Wald zu den Futterplätzen. Schmetterlinge flattern von Blume zu Blume, und Käfer eilen über das Moos des Waldbodens. Im Moose halb versteckt, schlängeln sich Ringelnatter und Blindschleiche dahin.

13. LAUBBÄUME.

Die Birke ist ein schöner, schlanker Baum. Ihre
265 Rinde ist weiss und glatt. Die Zweige sind dünn; darum hängen sie herab. Die Blätter haben einen Rand, der feine Einschnitte wie eine Säge hat. Zu Pfingsten und auch an andern Festen schmückt man das Gotteshaus und die Wohnhäuser mit jungen Birken und frischen Reisern.
70 Das feste Holz dient zum Heizen der Stuben. Auch fertigen die Tischler und Stellmacher allerlei Geräte daraus. Aus den Birkenreisern macht man Besen und für die unartigen Kinder Ruten.

Die Eiche ist viel grösser und stärker als die Birke.
275 Ihr Stamm wird manchmal so dick, dass ihn mehrere Männer kaum umfassen können. Die Blätter sind am Rande schön ausgebogen. Auf manchen Blättern befinden sich Galläpfel, und zwischen den Blättern hängen die Eicheln, welche in kleinen Näpfchen sitzen. Die Rinde
80 ist dick und hat bei den alten, starken Eichen viele und tiefe Risse. Die Eiche ist erst nach 200 Jahren ganz ausgewachsen und wird über 500 Jahre alt.

Die Buche ist auch ein stattlicher Waldbaum. Sie wird nicht so stark wie eine Eiche; aber auch über ihrem Stamme wölben sich die breiten Äste zu einem dichten Laubdache. Daher ist es in einem Buchenwalde gar anmutig. Die Buche trägt Nüsse, welche dreieckig sind und in festen Kapseln stecken. Aus den Buchnüssen presst man gutes Speiseöl.

Die Birke, Eiche und Buche sind Laubbäume.

290

14. DAS SCHNEEGLÖCKCHEN.

Das Schneeglöckchen wird vielfach in Töpfen gezogen, wächst aber auch häufig in Gärten und findet sich sogar in Hainen und Gebüsch. Schon im März, ja zuweilen schon im Februar, wenn es oft noch friert und schneit, kündigen seine zierlichen Blüten das Nahen des Frühlings an.

Die Wurzel ist der Teil der Pflanze, der in den Boden dringt; sie hat den Zweck, die Pflanze auf der Stelle zu befestigen und Nahrung aufzunehmen aus dem Boden. Die Nahrung, welche die Pflanze aus der Erde aufnimmt, ist das Wasser; aber dies enthält mancherlei mineralische Stoffe, namentlich Salze, die sich leicht lösen und zum Aufbau der Pflanze dienen. Beim Schneeglöckchen kommt es jedoch zunächst auf das Wasser an; denn die Nährstoffe, die es in der ersten Zeit gebraucht, hat es bereits im vergangenen Jahre aufgespeichert, nämlich in einem Teile des Stammes, der sich gleichfalls in der Erde befindet und Zwiebel genannt wird. Diese fertige Nahrung braucht nur aufgelöst zu werden, um der Pflanze zum Wachstum zu dienen. Dazu aber ist Wasser nötig, und damit sie dies in reichlichem Masse

310

bekomme, besitzt sie viele fadenförmige Wurzeln, die sehr weich und locker sind; man nennt sie Faserwurzeln. Eine Hauptwurzel findet sich am Schneeglöckchen nicht.

15. DAS BUSCH-WINDRÖSCHEN.

315 Das Busch-Windröschchen wächst häufig in Gebüsch und Laubwäldern.

Das ganze Stämmchen, das die Blüte trägt und bei einer Länge von 10 bis 15 cm. kaum die Stärke einer dünnen Stricknadel erreicht, ist eigentlich nur der
320 Blütenstiel der Pflanze. Die drei Blättchen am obern Teile sind nur Hüll- oder Deckblättchen, das heisst solche, die der Blüte, bevor sie entwickelt war, als Hülle dienten. Die eigentlichen Blätter sitzen nie an diesem Stämmchen, sondern sie kommen in seiner Nähe aus dem
325 Boden hervor, nämlich aus dem unterirdischen Stamm, aus dem auch das Blütenstielchen entspringt.

Die Blüte sitzt auf einem feinen Stielchen oberhalb der Hüllblättchen. Sie besteht aus der äussern Hülle und aus Staubgefässen und Stempeln. Die Blütenhülle des
330 Busch-Windröschchens besteht in der Regel aus sechs grossen, weissen Blumenblättern, die am Grunde einen matt-rosenroten Anflug besitzen. Von ihnen bilden 3 einen äussern und 3 einen innern Kreis, doch dürfen sie nicht als Kelch und Blumenkrone unterschieden und bezeichnet werden,
335 sondern sie bilden eine einfache Blumenhülle, die man Perigón nennt. Beim Sonnenschein öffnet sich die Blüte, abends schliesst sie sich, und bei feuchtem Wetter neigt sie sich; dadurch wird das Eindringen der Feuchtigkeit verhindert. Die grosse, weithin leuchtende und
340 anmutig gefärbte Blüte lockt Insekten herbei, die der Bestäubung der Pflanze dienen.

Innerhalb der Blütenblätter befinden sich viele fadenförmige Körperchen mit gelben Knöpfchen. Das sind die Staubgefässe, die den Blütenstaub enthalten. Sie umgeben wieder eine grosse Anzahl kleiner Knöpfe von 345 grünlicher Färbung, die dicht bei einander sitzen. Das sind die Stempel mit den Fruchtknoten, aus denen die Früchte entstehen, kleine Nüsschen, deren jedes ein Samenkorn einschliesst. Diese fallen zur Zeit der Reife auf den Boden, und dann entstehen aus ihnen neue 350 Pflänzchen.—Am Grundriss der Blüte kann man die Anordnung der Teile erkennen.

16. DIE GEMEINE FLEDERMAUS.

Die gemeine Fledermaus ist an Grösse und Gestalt der Hausmaus ähnlich, aber die Vorder- und Hintergliedmassen jederseits sind durch eine Haut verbunden, mittelst 355 derer sie sich flatternd durch die Luft bewegen kann; Flügel und Federn (wie ein Vogel) hat sie nicht. Sie ist also eigentlich eine Flattermaus, und daraus ist Fledermaus entstanden, denn "flattern" und "fledern" bedeuten dasselbe. Auch einer Maus ist sie nur äusserlich ähnlich; 360 ihre Lebensweise ist eine ganz andere. Die Maus ist ein Nager wie das Eichhörnchen, und die Fledermaus ist ein Raubtier.

Die Zehen der Vorderfüsse sind lang und stecken auch in der Flughaut; nur die Daumen, hakige Nägel, und die 365 Zehen der Hinterfüsse sind frei. In dieser Flughaut, die kahl und von vielen feinen Nervenfäden durchzogen ist, und in den grossen Ohren besitzt die Fledermaus ein ausserordentlich feines Gefühl, so dass sie in der Dämmerung sicher umherfliegen kann, um ihre Nahrung zu er- 370 haschen. Ihre Augen sind sehr klein, und durch das

blosse Sehen könnte sie die vielen Hindernisse nicht so geschickt vermeiden; das feine Gefühl der zarten Flughaut ist die Hauptsache.

- 375 Ihre Nahrung besteht in allerlei Insekten, die während der Dämmerung umherfliegen, wie Mücken, Nachtschmetterlinge u. dergl. Die Fledermaus gehört also zu den nützlichen Tieren, um so mehr, als sie gerade diejenigen schädlichen Tierchen jagt, die sonst wenig Verfolger haben.
- 380 Am Tage hält sie sich in hohlen Bäumen, Mauerritzen und andern dunklen Orten verborgen; dort hängt sie an den Hinterfüssen, mit dem Kopf nach unten.

17. BEDEUTUNG DER TIERE FÜR DEN MENSCHEN UND FÜR DEN HAUSHALT DER NATUR.

- Die Tiere stehen im Dienste des Menschen, und ihr Nutzen ist sehr bedeutend und mannigfach. Sie liefern Nahrung,
- 385 Kleidung, Arznei und Stoffe zu allerlei Gerätschaften und Kunstgegenständen; ausserdem werden ihre Leibes- und Seelenkräfte verschiedenartig benutzt. Wilde Tiere werden gezähmt, grosse und starke abgerichtet. Diejenigen, die dem Menschen keinen unmittelbaren Nutzen gewähren,
- 390 nützen wieder dadurch, dass sie andern Tieren zur Nahrung und Erhaltung dienen. Und grosse Freude bereiten viele Tiere durch ihr munteres Wesen, wie die Vögel durch ihren Gesang.

- Die gefährlichen, schädlichen und lästigen Tiere werden
- 395 verfolgt, verdrängt, getötet und ausgerottet; die grossen von Menschen, die kleinen von andern Tieren. Leider ist der grosse Nutzen vieler Tiere noch nicht bekannt, so dass viele nützliche (Maulwürfe, Fledermäuse, Eulen, Sperlinge, Eidechsen, Frösche, Käfer, Spinnen) mit Unrecht verfolgt

und getötet werden; und andere, namentlich Pferde, 400 Hunde, Rinder, werden oft durch rohe Behandlung zu übermässiger Kraftanstrengung gezwungen, gequält und schlecht behandelt. Das sollte nicht so sein.

Die meisten Tiere ernähren sich von Pflanzenstoffen, einige auch von andern Tieren, aber in der Regel von 405 solchen, denen Pflanzenteile zur Nahrung dienen. So ist das Leben der Tiere wesentlich abhängig von dem der Pflanzen; aber den Pflanzen kommt auch das Leben der Tiere zu gute. Besteht eine wichtige Bestimmung der Pflanzen darin, dass sie aus leblosen Stoffen organische 410 Verbindungen herstellen, indem sie z. B. aus Kohlensäure und Wasser und einigen andern Verbindungen namentlich Stärke, Fette und Eiweisskörper bereiten, so verbrauchen die Tiere gerade vorzugsweise Eiweiss, Fette und Stärke, und zwar unter Ausscheidung von Kohlen- 415 säure, Wasser und andern Verbindungen, die wiederum den Pflanzen zu gute kommen.

So vollzieht sich ein steter Kreislauf des Stoffes zwischen Pflanzen und Tieren, und in diesem unabänderlichen Wechsel erkennt man das wunderbare Prinzip der gegen- 420 seitigen Erhaltung aller organischen Wesen: Was die einen erzeugen, verbrauchen die andern und umgekehrt.— Dazu kommt noch, dass viele Tiere zur Vermehrung und Verbreitung der Pflanzen beitragen, indem sie den Blütenstaub übertragen, Samen fortführen und dergleichen. 425

18. DER KARPFFEN.

Der Karpfen ist ein Fisch, der sehr schmackhaftes Fleisch liefert; er wird 1 Meter lang und bis $\frac{1}{4}$ Zentner schwer. Sein Körper ist seitlich zusammengedrückt und mit grossen Schuppen bedeckt; diese fallen leicht ab.

430 Der Kopf ist fast dreieckig gestaltet und schwarz gefärbt.
Der Mund hat wenig Zähne; äusserlich an ihm befinden
sich vier kurze, fleischige Fäden. Die Augen sind gross
und gelb umrandet. Äussere Ohren findet man am
Kopfe des Karpfens nicht, und doch kann er hören; denn
435 durch ein Zeichen mit einer Glocke können die Karpfen
eines Teiches, die an bestimmten Stellen Futter erhalten,
herbeigelockt werden.

Dicht am Kopfe sitzen die Kiemen; sie werden von den
Kiemendeckeln bedeckt. Die Kiemen sind die Atmungs-
440 organe des Fisches. Beim Atmen nimmt der Karpfen
den Mund voll Wasser, verschluckt es aber nicht, sondern
presst es zwischen den Kiemen hindurch, und dabei vollzieht
sich der Luftwechsel im Blute. Die im Wasser enthaltene
Luft umspült die Kiemen und reinigt das Blut, indem sie
445 ihm Kohlensäure entzieht und Sauerstoff abgibt; dann
fliesst es unter den Kiemendeckeln wieder hervor. Durch
diesen Atmungsvorgang wird das Blut abgekühlt, so dass
es gegen das Blut der Säugetiere und Vögel kalt erscheint.
Darum sagt man, die Fische haben kaltes Blut.

19. DAS KOCHSALZ.

450 Das Kochsalz ist ein Mineral, eine völlig leblose Masse.
Schon der Name Kochsalz deutet an, dass es zur Bereit-
ung der Speisen verwandt wird, und darum nennt man es
auch Speisesalz und Tischsalz; aber es heisst auch
Steinsalz, und daraus geht hervor, dass es eine Masse ist wie
455 die Steine und sich wie diese in der Erde findet. Als
steinartige Masse wird es in Bergwerken aus der Erde
hervorgebracht, zerschlagen und zermahlen, und dann
bildet es das körnige Salz, wie wir es zu den Speisen
verwenden.

Es besteht aus zwei ganz verschiedenen Stoffen, nämlich 460
aus Chlor und Natrium, und deshalb nennt man es auch
Chlornatrium. Chlor ist ein sehr giftiges Gas von
gelbgrüner Farbe, und Natrium ist ein leichtes Metall
von weisser Farbe und silberähnlichem Glanze, das man
mit den blossen Händen nicht berühren darf. 465

Das feste Salz ist stets kristallisiert, und zwar besteht
es aus lauter kleinen Würfeln, die treppenförmig angeord-
net sind; je 4 solcher kleinen Treppen, die nach der
Längsrichtung immer kleiner werden, sonst aber genau
übereinstimmen, vereinigen sich zunächst zu einer trichter- 470
förmigen Pyramide, und 6 solcher Pyramiden fügen sich so
aneinander, dass sie die Spitze gemeinsam haben; dadurch
entsteht der treppenförmige Würfelkristall. Die Seiten-
flächen sind treppenförmig vertieft und nur im Kantenum-
risse dargestellt. So ein Würfel, obgleich aus sehr vielen 475
kleinen zusammengesetzt, ist immer noch mikroskopisch
klein.

20. DAS EISEN.

Gold und Silber bezeichnet man gewöhnlich als die
wertvollsten Metalle, aber Eisen und Kupfer sind die
nützlichsten und wichtigsten; das gilt besonders vom 480
Eisen. Die nützlichsten und wichtigsten Haus- und
Wirtschaftsgeräte aller Art, Waffen, Maschinen, Eisen-
bahnen, Brücken u.s.w. werden aus Eisen gefertigt.
Hunderttausende von Menschen verdienen bei der Gewin-
nung und Verarbeitung des Eisens ihr Brot. Auch 485
medizinisch ist es wichtig, und eine besondere Bedeutung
liegt darin, dass es sowohl vorübergehend, als auch dauernd
magnetisch gemacht werden kann.

In kleinen Mengen findet sich das Eisen in fast allen
Gesteinen; auch im Blute der Menschen und Tiere und 490

im Blattgrün der Pflanzen kommt es vor. Gediogenes Eisen findet sich in den Meteorsteinen, die zuweilen aus der Luft herabfallen. Die Meteore sind kleine Himmelskörper oder Stücke von solchen, die den Weltenraum
495 durchfliegen und im geeigneten Momente von der Erde angezogen werden. Sie kommen nur vereinzelt vor, und ihre Grösse ist meist gering; aber es werden auch Stücke gefunden, die mehrere Zentner wiegen.

21. DER BERNSTEIN.

Der Bernstein ist eigentlich kein Stein, kein Mineral,
500 sondern ein Pflanzenharz vorweltlicher Nadelbäume; aber er findet sich in der Erde wie die Steine, und deshalb wird er zu den Mineralien gerechnet. Vor vielen tausend Jahren hat die Oberfläche der Erde eine ganz andere Gestalt gehabt. An vielen Stellen, an denen sich jetzt
505 Land befindet, mag früher Wasser gewesen sein, und da, wo heute weite Meere sich ausdehnen, ist gewiss vor langer Zeit trockener Boden gewesen. Dort standen Nadelbäume von solchem Harzreichtum, dass grosse Massen Harz zur Erde fielen und nach und nach von
510 Sand und Stein bedeckt wurden. Diese Harzmassen, die im Laufe der vielen Jahre fest geworden sind, werden heute als Bernstein aus der Erde gegraben oder vom Meere ans Land gespült.

Er kommt meist in rundlichen oder stumpfkantigen
515 Stücken vor. An den Bruchflächen ist er muschelig, d. h. er zeigt gewölbte (muschelige) Erhöhungen und Vertiefungen. Sein Gewicht kommt dem des Wassers gleich. Seine Härte ist gering. Nicht sehr dicke

Stückchen sind durchsichtig oder doch durchscheinend. Seine Farbe ist verschieden, gelb oder weisslich. Zuweilen 520 sind Insekten oder andere Gliedertiere in ihm eingeschlossen, und das erinnert an seinen Ursprung; sie beweisen deutlich, dass die Masse früher flüssig gewesen sein muss.

Durch Reiben wird der Bernstein stark elektrisch, so 525 dass er leichte Körperchen, Papierschnitzel u. dergl. anzieht. Er lässt sich leicht entzünden und verbreitet beim Verbrennen einen angenehmen, aromatischen Geruch. Von seiner Fähigkeit, zu brennen, soll auch der Name Bernstein herrühren, nämlich aus dem Worte "börnen," 530 das so viel bedeutet wie brennen.—Im Wasser löst er sich nicht auf; deshalb erregt er keinen Geschmack, wenn man ein Stückchen auf die Zunge legt und mit dem Speichel des Mundes befeuchtet.

22. DIE BELEUCHTUNG.

Der Vorgang der Verbrennung einer Kerze ist 535 folgender: Man nähert dem Dochte eine Flamme. Durch deren Wärme schmilzt das in ihm enthaltene Fett, wird schnell gasförmig und fängt an zu brennen. Die Wärme, die dadurch entsteht, schmelzt beständig Fett nach, das sich in einer Vertiefung ansammelt; es steigt im Dochte 540 empor, gelangt zur Flamme, wird gasförmig, verbrennt und leuchtet. So geht es fort, so lange die Wärme gross genug ist, freier Sauerstoff und Fett vorhanden sind. Wird durch Luftzug oder durch Blasen die Wärme der Flamme vermindert, so erlischt sie, und dasselbe geschieht, wenn es 545 an freiem Sauerstoff fehlt. Die brennende Kerze ist

also eine Gasanstalt im kleinen, bei der das gewonnene Gas gleich verbrannt wird, und bei der nur so lange Gas entsteht, als die Verbrennung des vorhandenen stattfindet.

23. DER SCHWEFEL.

Der Schwefel ist ein fester, spröder Körper von eigenartig gelber Farbe. Wärme und Elektrizität leitet er nicht; aber er wird durch Reiben elektrisch. Er schmilzt bei 110°, und kann dabei die Luft hinzutreten, so entzündet er sich und verbrennt mit bläulicher Flamme zu schwefliger Säure, die in der Luft graue Nebel bildet und einen stechenden Geruch besitzt.

Die wichtigsten Verbindungen des Schwefels sind die schweflige Säure und die Schwefelsäure (zwei Oxyde) und der Schwefelwasserstoff, ein giftiges Gas. Zu den Schwefelmetallen gehören der Bleiglanz, der Eisen- oder Schwefelkies, der Kupferkies, die Zinkblende, der Zinnober u. a.

Die schweflige Säure entsteht beim Verbrennen des Schwefels; sie ist ein farbloses Gas von erstickendem Geruch und von der Zusammensetzung SO_2 . Brennende Körper erlöschen in ihr. Sie bleicht viele organische Farbstoffe und dient deshalb zum Bleichen oder Schwefeln der Wolle, Seide und Federn, sowie der Stroh- und Korbwaren. Auf niedere Lebewesen wirkt sie zerstörend, und aus diesem Grunde wird sie zum Ausschwefeln von Gläsern, Flaschen und Fässern, sowie zur Desinfektion gebraucht.—Auf einen Dreifuss lege man ein Stückchen Korbgeflecht und auf dieses ein Sträusschen bunter Blumen, bringe unter den Dreifuss ein Schälchen mit brennendem Schwefel und bedecke

das Ganze mit einer Glasglocke. Sobald die Schwefeldämpfe auf die Blumen wirken, verlieren diese ihre Farbe und werden bleich.

24. DIE SCHWERKRAFT DER ERDE UND DAS GEWICHT.

Alle irdischen Körper werden von der Erde angezogen; 580
sie bewegen sich an jeder Stelle zur Erde hin, sobald sie nicht mehr getragen werden; auf eine Unterlage üben sie einen Druck aus. Die Bewegung der Körper zur Erde nennt man das Fallen, und der Druck eines Körpers auf seine Unterlage ist sein Gewicht. 585

Die Anziehungskraft der Erde macht die Körper schwer; deshalb nennt man sie Schwerkraft. Sie wirkt auf alle Körper, aber sie wirkt nicht auf alle gleich stark, und darum sind nicht alle Körper gleich schwer. Der Grund dafür liegt in der Menge der Massenteilchen, aus denen die 590 Körper bestehen.

Je mehr Massenteilchen ein Körper enthält, desto stärker wird er von der Erde angezogen, und desto schwerer ist er; je weniger Massenteilchen vorhanden sind, desto geringer ist das Gewicht des Körpers. Auf gleiche 595 Massen wirkt die Schwerkraft gleich stark; man kann also an der Schwere eines Körpers die Menge seiner Massenteilchen erkennen.—Je dichter die Massenteilchen bei einander liegen, desto schwerer ist der Körper.

Die Menge der Massenteilchen eines Körpers erkennt 600 man an seinem Gewicht. Zur Bestimmung des Gewichtes eines Körpers benutzt man Metallstücke, deren Schwere man kennt; diese nennt man Gewichte.—Das Grundgewicht ist das Gramm oder das Kilogramm. Ein Gramm nennt man das Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser 605

bei seiner grössten Dichtigkeit, nämlich bei 4 Grad Wärme.
Ein Kilogramm ist das Gewicht eines Liters Wasser.

Kraft ist die Ursache einer Bewegung oder einer Änderung der Bewegung. Die wichtigsten
510 Kräfte sind: die Schwerkraft, die Stosskraft bewegter Massen, die Molekularkräfte (wie Kohäsion, Adhäsion und Reibung), der Magnetismus, die Elektrizität, die Muskelkraft der Menschen und Tiere.

Die Schwerkraft ist die Anziehungskraft der Erde;
515 sie wirkt auf alle irdischen Körper und macht sie schwer.—
Stosskraft nennt man die Kraft, mit der bewegte Massen auf die Körper wirken.—Die Molekularkräfte sind Kräfte, die zwischen den Molekülen wirken.
Macht sich diese Kraft zwischen den Molekülen eines
620 und desselben Körpers geltend, so heisst sie Kohäsion, wenn die Teilchen aneinander festhalten, Spannkraft oder Expansivkraft, wenn die Teilchen einander abstossen.—Die Kohäsion wirkt zwischen den Molekülen eines Körpers, die Anziehungskraft aber, mit der
625 die kleinsten Stoffteilchen, die Atome eines Moleküls, aufeinander wirken, heisst chemische Anziehung oder Affinität.—Wirkt die Molekularkraft anziehend zwischen den Oberflächen-Molekülen verschiedener Körper, so wird sie Adhäsion oder Kraft des Anhangs genannt.
630 Ein besonderer Fall der Adhäsion ist die Kapillarität oder Haarröhren-Anziehung, d. h. die Anziehung, welche die Innenwand einer haarfeinen Röhre auf die in ihr enthaltene Flüssigkeit ausübt.—Unter der Reibung versteht man den Widerstand, der durch das Ineinander-
635 greifen der Unebenheiten sich berührender Körper hervorgebracht wird.

MATHEMATIK.

25. BEDEUTUNG DES BUCHSTABENS IN DER ARITHMETIK.

Um irgend welche Zahlen zu bezeichnen, gebraucht Ma
man in der Arithmetik nicht allein die gewöhnlichen Zahl-
zeichen, wie 6, 39, 1896, sondern auch Buchstaben, wie
 a , b , A , x , und zwar meist die Buchstaben des kleinen
lateinischen Alphabets. Dabei kann jeder Buchstabe 5
jede beliebige Zahl vertreten, nur dass in einem
Ausdruck, in einer Gleichung, in einer Ungleich-
ung oder überhaupt im Laufe einer Rechnung
ein und derselbe Buchstabe, wenn er mehrmals
auftritt, immer nur dieselbe Zahl vertreten darf. 10

Auch die Buchstaben werden, wie die gewöhnlichen
Zahlzeichen, durch die Rechnungsarten zu Ausdrücken
verknüpft. So entstehen Buchstaben-Ausdrücke, wie
z. B. $a \cdot b + a + b$ oder $8(x + y) : 4 - x$. Dabei kann der
als Multiplikationszeichen dienende Punkt sowohl zwischen 15
zwei Buchstaben, wie auch zwischen einer Zahl und einem
Buchstaben fortgelassen werden.

Man kann verlangen, dass für die Buchstaben Zahlen
eingesetzt werden. Setzt man in einem Ausdruck für
jeden Buchstaben eine Zahl, so kann man weiter verlangen, 20
die entstandenen Zahlenausdrücke auszurechnen. Z. B.
der Ausdruck $a(x + a) - x$ gibt für $a = 4$, $x = 1$ die
Zahl 19 und für $a = 3$, $x = 3$ die Zahl 15, nämlich:
 $a(x + a) - x = 4(1 + 4) - 1 = 4 \cdot 5 - 1 = 20 - 1 = 19$,
 $a(x + a) - x = 3(3 + 3) - 3 = 3 \cdot 6 - 3 = 18 - 3 = 15$. 25

Ma. Statt Zahlen an die Stelle von Buchstaben zu setzen, kann man dafür auch Zahlenausdrücke oder neue Buchstaben oder Buchstabenausdrücke einsetzen. Soll z. B. in $a - b$ für a der Ausdruck $5 + 8$, für b der Ausdruck $9 - 3$ eingesetzt werden, so entsteht der Ausdruck $(5 + 8) - (9 - 3)$ oder $5 + 8 - (9 - 3)$. Soll $v + w$ für a , $s . t$ für b eingesetzt werden, so entsteht

$$a - b = v + w - s . t.$$

Wenn man an die Stelle eines Buchstabens einen Ausdruck setzt, so achte man darauf, ob derselbe nicht vielleicht nach Vorschrift der Klammerregeln eingeklammert werden muss. Soll z. B. in $a . b$ der Ausdruck $c + d$ für a gesetzt werden, so kommt $(c + d) b$.

Als allgemeine Zahlzeichen wendet man oft auch Buchstaben an, denen unten klein geschriebene Zahlen, die man dann Indices nennt, oder oben kleine Striche angefügt werden, z. B.:

a_1 (gelesen: a -eins), a_3 (gelesen: a -drei),
 a' (gelesen: a -strich), a''' (gelesen: a -dreistrich).

26. GLEICHUNGEN ERSTEN GRADES MIT MEHREREN UNBEKANNTEN.

Enthält eine Gleichung zwei Unbekannte x und y , so kann man immer die eine Unbekannte, etwa x , durch die andere Unbekannte y ausdrücken. Setzt man dann für y eine beliebige Zahl ein, so muss sich für x immer ein zugehöriger Wert ergeben, so dass unzählig viele Wertepaare von x und y die Gleichung befriedigen. So wird z. B. $9x - 5y = 1$ erfüllt für $x = 1$, $y = \frac{8}{5}$;

$$x = \frac{2}{3}, y = 1; x = \frac{1}{4}, y = \frac{1}{4}; \text{ usw.}$$

Wenn aber zu einer Gleichung zwischen x und y noch Ma.
 eine zweite derartige Gleichung hinzutritt, so entsteht die
 Aufgabe, diejenigen Wertepaare herauszufinden, welche 55
 das entstehende Gleichungssystem befriedigen, d. h.
 deren Einsetzung sowohl die erste wie auch die zweite
 Gleichung zu einer identischen macht. Diese Aufgabe löst
 man dadurch, dass man eine neue Gleichung bildet, welche
 die eine Unbekannte gar nicht mehr enthält. Letztere 60
 nennt man dann eliminiert. Die Auflösung der nur eine
 Unbekannte enthaltenden neuen Gleichung liefert den
 Wert der einen Unbekannten. Die Einsetzung dieses
 Wertes in irgend eine der beiden vorliegenden Gleichungen
 führt dann zum Werte der anderen Unbekannten. 65

27. ZINSESZINS- UND RENTENRECHNUNG.

I. a Mark, einmal gezahlt, sind nach n Jahren
 durch Zinseszins aq^n Mark;

II. r Mark, am Schluss jedes Jahres gezahlt, sind
 nach n Jahren zusammen $r \frac{q^n - 1}{q - 1}$ Mark.

Ein Kapital von a Mark trägt bei p Prozent in einem 70
 Jahre $\frac{ap}{100}$ Mark Zinsen. Fügt man diese zu dem Kapitale
 von a Mark hinzu, so erhält man das um die Zinsen
 vergrößerte Kapital im Betrage von $\left(a + \frac{ap}{100}\right)$ Mark
 $= a \left(1 + \frac{p}{100}\right)$ Mark. Der Faktor $1 + \frac{p}{100}$, der hier
 immer mit q bezeichnet werden soll, heisst Vermehrungs- 75
 faktor. Es gilt also der Satz:

Ma. Jedes Kapital wird durch dauerndes Hinzufügen der jährlichen Zinsen in jedem Jahre ver-
 q -facht wo q den Vermehrungsfaktor bedeutet,
 so also bei p Prozent gleich $1 + \frac{p}{100}$, bei 4 Prozent
 gleich 1,04 ist.

Hieraus geht hervor, dass aus a Mark durch Zinseszinsen
 nach Ablauf eines Jahres aq Mark, nach Ablauf zweier
 Jahre $(aq) \cdot q$ Mark $= aq^2$ Mark, nach Ablauf dreier Jahre
 85 $(aq^2) \cdot q$ Mark $= aq^3$ Mark wird usw. Folglich ist das
 Kapital von c Mark (Endkapital), das aus a Mark bei
 p Prozent durch Zinseszins entsteht, gleich $a \cdot q^n$ Mark, wo
 $q = 1 + \frac{p}{100}$ ist (Zinseszinsformel).

Ist umgekehrt c, p, n gegeben, a gesucht, so erhält man :
 90 $a = c : q^n$.

Diese Formeln liefern das Anfangskapital, wenn das
 Endkapital gegeben ist, also z. B. den heutigen Wert
 einer Schuld, die heut über n Jahre c Mark beträgt. Wenn
 a, c, n gegeben, q gesucht ist, so hat man durch Formel I.
 95 q auszudrücken. Man erhält

$$q = \sqrt[n]{\frac{c}{a}}, \quad \text{also} \quad p = 100 \left[\sqrt[n]{\frac{c}{a}} - 1 \right].$$

Ferner findet man n aus a, c, q durch Übergang zu den
 Logarithmen, nämlich

$$n = \frac{\log c - \log a}{\log q}.$$

100 Hieraus erhält man z. B. die Zahl der Jahre, in welchen
 sich ein Kapital bei 4 Prozent verdoppelt, wenn man
 $c = 2a$ setzt. Dann kommt

$$n = \frac{\log 2}{\log 1.04} = \frac{0,30103}{0,01703} = 17,7 \text{ also in } 17\frac{7}{10} \text{ Jahren.}$$

Wenn alljährlich, n Jahre hindurch, am Schlusse jedes Jahres r Mark gezahlt werden, so würden hieraus, wenn 105 gar keine Verzinsung stattfände, nach Ablauf der n Jahre natürlich $n \cdot r$ Mark entstehen. Wenn aber Zinseszins gerechnet wird, so ist zu beachten, dass die am Schlusse des ersten Jahres gezahlten r Mark zu $r \cdot q^{n-1}$ Mark, die am Schlusse des zweiten Jahres gezahlten r Mark zu 110 $r \cdot q^{n-2}$ Mark usw. anwachsen. Also ergibt die Anwendung der Zinseszinsformel, dass der Gesamtwert der n mal, und zwar am Schlusse jedes der n Jahre gezahlten r Mark nach Ablauf der n Jahre sich auf:

$$s \text{ Mark} = (rq^{n-1} + rq^{n-2} + \dots + rq + r) \text{ Mark} \quad 115$$

beläuft. In der Klammer steht aber die Summe einer geometrischen Reihe in umgekehrter Folge der Glieder. Das Anfangsglied heisst r , der konstante Quotient q , die Anzahl der Glieder n . Folglich ist nach Formel IV.:

$$s = r \frac{q^n - 1}{q - 1} \quad (\text{Rentenformel}). \quad 120$$

Werden die Beträge am Anfang statt am Schluss jedes Jahres gezahlt, so steht jeder Betrag ein Jahr länger auf Zinseszins, so dass jedes Glied der obigen Reihe mit q zu multiplizieren ist. Deshalb kommt in diesem Falle $q \cdot r \frac{q^n - 1}{q - 1}$ für den Gesamtwert aller n Zahlungen nach 125 Ablauf der n Jahre. Man beachte, dass die Rentenformel den Wert einer n Jahre hindurch gezahlten Rente nach Ablauf dieser n Jahre ausdrückt, dass man aber $r \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}$ noch durch q^n zu dividieren hat, wenn man berechnen will, was statt dieser n maligen künftigen 130

Ma. Zahlungen bei Beginn der n Jahre zu zahlen ist (Barwert einer Rente).

28. VON DEN FIGUREN IM ALLGEMEINEN.

1. Ein vollständig begrenzter Teil der Ebene heisst Figur; der Linienzug, welcher die Grenze darstellt, wird
135 ihr Umfang genannt. Je nach dem Umfange werden geradlinig, krummlinig, gemischtlinig begrenzte Figuren unterschieden.

2. Die Strecken, welche eine geradlinige Figur begrenzen, heissen Seiten. Je zwei aufeinanderfolgende
140 Seiten schliessen einen Winkel (Innenwinkel) ein. Die Scheitel der Winkel sind die Ecken der Figur. Ist der Winkel an einer Ecke hohl oder erhaben, so wird sie aus- bzw. einspringend genannt. Im folgenden sind, falls nicht das Gegenteil betont wird, nur Figuren mit lauter
145 ausspringenden Ecken vorausgesetzt. Eine Strecke, die zwei nicht aufeinanderfolgende Ecken verbindet, heisst Diagonale. Die Verlängerung einer Seite bildet mit der nächsten Seite einen Aussenwinkel. Strecken, Winkel und der Inhalt einer Figur werden die Stücke derselben
150 genannt.

3. Bezeichnet wird eine geradlinige Figur durch grosse lateinische an ihre Ecken gesetzte Buchstaben.

4. Jede geradlinige Figur hat ebenso viele Seiten wie Ecken. Zu ihrer Begrenzung sind mindestens drei Seiten
155 nötig.

5. Man teilt die geradlinigen Figuren nach der Zahl ihrer Ecken oder Seiten ein und nennt sie Dreiecke, Vierecke usw., Vielecke (Polygone).

6. Im Dreieck liegt jeder Ecke, jedem Winkel eine Seite **Ma.** gegenüber (Gegenseite), während die beiden anderen Seiten ¹⁶⁰ den Winkel einschliessen. Jeder Seite liegt eine Ecke, ein

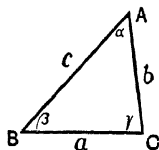


Fig. 1

Winkel gegenüber (Gegenecke, Gegenwinkel), während die beiden anderen Winkel ihr anliegen. Die Bezeichnung der Stücke eines Dreiecks erfolgt in der durch Figur 1 ¹⁶⁵ angegebenen Weise.

7. Jedes Viereck hat zwei Diagonalen.

8. Bemerkung. Unter einer Figur im weiteren Sinne versteht man eine Vereinigung von Punkten und Linien.

29. AXIALE SYMMETRIE.

1. Die Bewegung einer ebenen Figur um eine Achse, die in ihrer Ebene liegt, um einen flachen Winkel (im Raume) heisst Umwendung, Umklappung.

2. Wenn man — Fig. 2 — die Strecke AB um das in ihrer Mitte auf ihr errichtete Lot (Mittellot, Mittelsenkrechte) umwendet, so fällt jeder der beiden Endpunkte in die Anfangslage des anderen. Legt man durch A und B parallele Geraden zu dem Mittellot CD , so werden auch diese nach der Umklappung ihre ¹⁷⁵ Lagen vertauscht haben. ¹⁸⁰

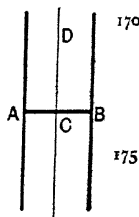


Fig. 2.

- Ma. 3. Macht der Winkel BAC —Fig. 3—um seine Halbierungslinie AE eine Umklappung, so deckt jeder Schenkel die ursprüngliche Lage des anderen; wenn ferner die Strecken AB und AC gleich sind, so vertauschen auch B und C ihre Lagen.

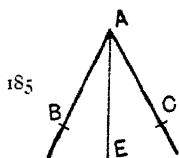


Fig. 3.

4. Eine Figur (im weiteren Sinne des Wortes), welche nach einer Umwendung ihre Anfangslage deckt, heisst symmetrisch in bezug auf die Drehachse. Zwei Stücke, die bei der Umklappung ihre Lagen vertauschen, heissen homolog entsprechend.

5. Homologe Stücke sind einander gleich.

- 6a. Zwei Punkte sind axial symmetrisch in bezug auf das Mittellot der sie verbindenden Strecke.

6b. Wenn zwei Punkte bezüglich einer Achse symmetrisch liegen, so ist die Achse das Mittellot der sie verbindenden Strecke.

- 7a. Zwei Linien sind axial symmetrisch hinsichtlich der Halbierungslinie eines von ihnen gebildeten Winkels.

7b. Wenn zwei Linien hinsichtlich einer Achse symmetrisch sind, so ist die Achse die Mediane desjenigen von ihnen gebildeten Winkels, in dem die Achse liegt.

8. Ein Kreis ist axial symmetrisch bezüglich irgend eines Durchmessers.

30. TEILUNG DER FIGUREN.

1. Ein gegebenes Dreieck von einer Ecke aus in n gleiche Teile zu teilen.

Konstruktion. Teile die Gegenseite der gegebenen Ecke in n gleiche Teile und verbinde die Teilpunkte mit der Ecke.

2. Ein gegebenes Trapez in n gleiche Teile zu zerlegen. **Ma.**

Konstruktion. Teile die Mittellinie in n gleiche Teile; ziehe durch die Teilpunkte Linien, welche die Grundseiten schneiden, einander aber innerhalb der Figur nicht treffen.

Beweis. Jedes der erhaltenen Trapeze ist gleich einem ²¹⁵ Parallelogramm, dessen Höhe gleich der Höhe des Trapezes, und dessen Grundseite gleich $1/n$ -tel der Mittellinie ist.

3. Das gegebene $\triangle ABC$ von dem auf der Seite AB gelegenen Punkte E aus zu halbieren. (Fig. 4.) 220

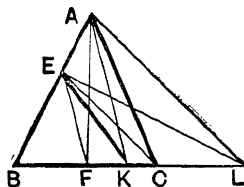


Fig. 4.

Konstruktion (a). Halbiere BC in F ; verwandle $\triangle ABF$ in das $\triangle BEK$, so dass die Seite BA durch BE ersetzt wird; dann ist EK die gesuchte Teilungslinie.

Konstruktion (b). Verwandle $\triangle ABC$ in das $\triangle BEL$, so dass E die Spitze wird. Ziehe nämlich EC , sodann ²²⁵ durch A die Parallele zu EC , welche die verlängerte BC in L trifft, verbinde E mit L . Halbiere BL in K . Die Linie EK halbiert das gegebene Dreieck.

Bemerkung. Solche Teilungsaufgaben lassen sich im allgemeinen in doppelter Weise lösen: entweder durch ²³⁰ vorhergehende Teilung und nachfolgende Verwandlung, oder umgekehrt.

4. Ein Quadrat zu zeichnen, das die Hälfte eines gegebenen Quadrats ist.

Ma.

31. MEDIANEN.

- 235 1. Die Tatsache, dass im gleichschenkligen Dreieck die
Mediane des Winkels an der Spitze die Grundseite in zwei
gleiche Teile teilt, weist auf eine einfache Beziehung zwischen
den beiden Abschnitten auf der dritten Seite und den
anstoßenden Seiten für den Fall hin, dass letztere nicht
240 gleich sind. Dieser Zusammenhang soll nun aufgedeckt
werden. In Fig. 5 halbiere AF den $\angle A$ des Dreiecks

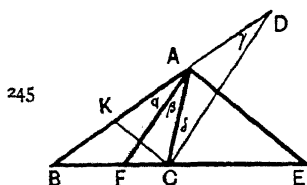


Fig. 5.

Wird $CD \parallel FA$ ge-
zogen, so ist $\angle \alpha = \gamma$, $\angle \beta = \delta$;
da aber $\alpha = \beta$ ist, so folgt
 $\angle \gamma = \delta$ und daraus
 $AD = AC$.

Ferner ist

$$BF:FC = BA:AD;$$

folglich

$$BF:CF = AB:AC.$$

250

Ebenso zeigt man, wenn AE den Aussenwinkel CAD
halbirt, dass die Proportion gilt $BE:CE = AB:AC$.
In Worten:

In jedem Dreieck teilt die Halbierungslinie
255 eines Innen- oder Aussenwinkels die Gegenseite
im Verhältnis der anstoßenden Seiten.

Bemerkung. Wird der Zweistrahle B von den beiden
Parallelen AF , DC so geschnitten, dass AF den $\angle BAC$
halbirt, so erhält man die soeben benützte Figur. Hieraus
260 ergibt sich die Bedeutung der Hilfslinie CD und die
Folgerung, dass der Medianensatz ein besonderer Fall des
Proportionssatzes ist.

2. Als Halbierungslinien zweier Nebenwinkel stehen
 AF und AE senkrecht aufeinander; mithin geht der über
265 FE als Durchmesser beschriebene Kreis durch A . Dieser

Kreis wird nach Apollonius von Perga (200 v. Chr.) der **Ma.** Apollonische Kreis genannt.

3. Der geometrische Ort eines Punktes, der von zwei gegebenen Punkten ein konstantes Verhältnis der Entfernungen hat, ist der Apol- 270 lonische Kreis.—Verwendung bei Dreiecksaufgaben, in denen die Grundseite und das Verhältnis der Nebenseiten gegeben ist.

32. KOORDINATEN UND PUNKT.

Unter den Koordinaten eines Punktes versteht man den Rechnungsregeln unterworfenen Grössen 275 (Zahlen), welche durch die Lage des Punktes (eindeutig) bestimmt sind, und durch deren Werte umgekehrt die Lage eines Punktes (eindeutig) bestimmt werden kann.

Entsprechend ist die Erklärung von Koordinaten einer 280 Linie, Fläche etc. Wir beschränken uns zunächst auf Punkte, und zwar auf Punkte einer Geraden X .

Man wähle auf der Geraden einen festen Punkt O (vom lat. Origo) als den Nullpunkt oder Anfangspunkt oder Ursprung und eine feste Masseinheit, z. B. $\frac{1}{2}$ cm, 285

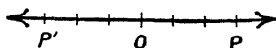


Fig. 6.

dann bestimmt jeder Punkt P auf der Geraden durch seine Lage eine Zahl, die Masszahl von OP , z. B. (Fig. 6) die Zahl 3.

Damit umgekehrt eine Zahl, z. B. 3, Einen Punkt auf X bestimme, müssen die beiden entgegengesetzten Rich- 290 tungen, die von O auf X ausstrahlen, unterschieden werden als positiv und negativ (Zeichen $+$ und $-$, wobei meist

Ma. der rechte Zweig als positiver gewählt wird) und ge-
fordert werden, dass die Zahl, z. B. 3, mit einem der
295 beiden Vorzeichen versehen werde; alsdann bestimmt die
Zahl $+3$ den Punkt P , die Zahl -3 den Punkt P'
(Fig. 6) [das $+$ Zeichen wird meist weggelassen, das
 $-$ Zeichen neuerdings durch einen Strich ersetzt, also 3
und 3']. Diese mit dem Vorzeichen bzw. Strich verse-
300 hene Zahl heisst die Abscisse des durch sie bestimmten
Punktes, sie wird meist mit x bezeichnet, die Gerade selbst
heisst die Abscissen-Axe, auch kurz X -Axe. Man
sagt, Punkt P der Fig. 6 hat die Abscisse $x=3$, sein x
ist 3; oder er wird bestimmt durch die Gleichung $x-3=0$,
305 er ist äquivalent dieser Gleichung; Zeichen $\{$, also
 $P \{ x-3=0$, oder kürzer $P \{ 3$, während z. B. $P' \{ 3'$ bzw.
 $P' \{ x-3'=0$ ist. Ist $P \{ a$ und $Q \{ b$, so ist ihre Mitte
 $M \{ \frac{1}{2}(a+b)$.

Um die Punkte der Ebene zu bestimmen, geht man von
310 zwei sich schneidenden Geraden als Axen aus, wählt ihren
Schnittpunkt O zum Nullpunkt, und bestimmt auf jeder
Axe die Punkte auf die eben angegebene Weise, bei
gemeinsamer Längeneinheit. Zum Unterschied bezeichnet
man die Abscissen auf der zweiten Axe mit dem allge-
315 meinen Buchstaben y , nennt sie Ordinaten (oder
Applicaten), und unterscheidet die zweite Achse selbst als
Ordinaten- oder Y -Axe von der ersten der Abscissen
oder X -Axe.

Nach dem Parallelenaxiom bestimmt dann jede Abscisse
320 die Parallele zur Ordinatenaxe, welche man durch den zu
ihr gehörigen Punkt (auf der Abscissenaxe) ziehen kann,
und jede Ordinate die Parallele zur Abscissenaxe durch
ihren Punkt. Durch Abscisse und Ordinate sind
dann beide Parallelen bestimmt und damit zu-
325 gleich die Lage ihres Schnittpunktes. Da umge-

kehrt jeder Punkt P der Ebene durch seine Lage Abscisse Ma . und Ordinate bestimmt, so sind Abscisse und Ordinate Koordinaten des Punktes P im Sinne der Definition.

Weil Parallelen zwischen Parallelen gleich sind, können Abscisse und Ordinate des Punktes P auch auf den 330 Parallelen zu den Axen durch P gemessen werden, und diese Strecken nennt man oft gleichfalls Abscisse und Ordinate des Punktes P , ganz besonders häufig ist die Bezeichnung "Ordinate" für die Parallele zur Y -Axe vom P bis an die X -Axe.

335

33. DEFINITION DER KURVENGLEICHUNG UND DER KOORDINATEN- ODER ANALYTISCHEN-GEOMETRIE.

Kurve bedeutet eigentlich: krumme Linie, im Gegensatz zur Geraden, aber man braucht es gleichbedeutend mit Linie, indem man die Gerade als Grenzfall der krummen Linien, als Linie mit der Krümmung 0 ansieht. Die Kurven, welche die Geometrie betrachtet, sind fast aus- 340 schliesslich sogenannte geometrische Orte, d. h. Inbegriffe (Komplexe, Gesamtheiten, Mannigfaltigkeiten) aller Punkte, denen eine bestimmte Eigenschaft zukommt (*proprietas specifica* nach Fermat). Z. B. ist die Mittelsenkrechte (oder Symmetrieaxe) der Ort der Punkte, 345 welche von 2 gegebenen Punkten gleichen Abstand haben, der Kreis der Ort der Punkte, welche vom Centrum den Abstand des Radius haben. Diese spezifische Eigenschaft kann auch durch die Mechanik gegeben werden, z. B. der Inbegriff aller Lagen (Orte) des Schwerpunktes eines 350 Geschosses oder die Bahn eines Punktes eines rollenden Rades, die Kraftlinien eines magnetischen Feldes etc. Die bestimmende Eigenschaft erzeugt die Kurve wieder

Ma. und giebt damit die Koordinaten ihrer Punkte: sie be-
 355 schränkt, heisst dies, die Veränderlichkeit eines Punktes,
 der an und für sich in der ganzen Ebene liegen kann, auf
 die bestimmte Kurve, und damit die Veränderlichkeit der
 Koordinaten auf die jener Punkte. Eine solche Be-
 schränkung äussert sich aber (man vergleiche die Gleichung
 360 5 am Schluss des vorigen Paragraphen) in Form einer
 Gleichung zwischen den Koordinaten, wie $f(x, y) = 0$;
 $\phi(r, \theta) = 0$, welcher die Koordinaten aller Punkte der
 Kurve genügen. Die Zeichen f , ϕ und ähnliche, z. B.
 F , ψ etc. heissen Funktions- oder Abhängigkeits-
 365 zeichen, sie sagen uns, dass zwischen x und y , bzw. r
 und θ eine Gleichung besteht, welche diese Grössen gegen-
 seitig bindet, d. h. die Aenderung der einen an die der
 anderen bindet.

Wegen der Aequivalenz zwischen einem Punkt und
 370 seinen Koordinaten liegen umgekehrt die Punkte, deren
 Koordinaten dieser Gleichung genügen, wieder auf der
 Kurve. Die bestimmende Eigenschaft der Kurve und
 damit diese selbst lässt sich also in eine Gleichung
 zwischen den Koordinaten umsetzen, und umgekehrt diese
 375 Gleichung wieder in jene Kurve, in derselben Weise wie
 wir ein Tonstück in Noten und die Noten wieder in das
 Tonstück umsetzen. Das Wesen der analytischen
 Geometrie (oder Koordinatengeometrie) besteht also
 darin: Die Gesetzmässigkeit geometrischer
 380 Gebilde in Gleichungen zwischen den Koor-
 dinaten umzusetzen, mit diesen nach den
 Regeln der Algebra zu rechnen und die ge-
 fundenen Resultate geometrisch zu deuten.

Wie also der Punkt äquivalent gesetzt wird einem
 385 Wertsystem x, y seiner Koordinaten, so wird die Kurve
 äquivalent gesetzt einer Gleichung $f(x, y) = 0$ zwischen

den Koordinaten, wobei allerdings noch hervorzuheben Ma.
ist, dass wir Gleichungen von der Form $f(x, y) = 0$ und
 $cf(x, y) = 0$, wo c eine von 0 verschiedene festgegebene
Zahl ist, als identisch ansehen, weil sie durch dieselben 390
Wertsysteme von x und y erfüllt werden.

34. ELLIPSE.

Die Ellipse ist der Kegelschnitt, dessen numerische
Excentricität e kleiner als 1 ist. Sie besitzt ein Centrum
 M , eine Hauptaxe die durch F geht und eine kleine Axe,
welche senkrecht auf jener, der Leitlinie L parallel ist. 395
Wählt man die Hauptaxe zur X -, die kleine Axe zur
 Y -Axe, so ist in der Gleichung

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = \frac{e^2}{u_0^2 + v_0^2} (u_0 x + v_0 y - 1)^2$$

zu setzen $v_0 = 0, b = 0$; somit $u_0 = \frac{e^2}{a}$; dann geht die
oben erwähnte Gleichung über in:

$$(1) \quad x^2 (1 - e^2) + y^2 = a^2 e^{-2} (1 - e^2) \quad \text{oder} \quad 400$$

$$(1') \quad \frac{x^2 e^2}{a^2} + \frac{y^2 e^2}{a^2 (1 - e^2)} = 1.$$

Ersetzt man $\left| \frac{a}{e} \right|$ (d. h. den absoluten Betrag von $a : e$)

durch A und $\left| \frac{a' \sqrt{1 - e^2}}{e} \right|$ durch B , so geht 1' über in

$$(1'') \quad \frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1. \quad 405$$

Dies ist die Gleichung der Ellipse für das Haupt-
axensystem. Da wenn $y = 0, x = \pm A$, und wenn $x = 0$
 $y = \pm B$, so sind $2A$ und $2B$ die Längen der Haupt-
oder grossen Axe und der kleinen Axe.

- 1a. In (1^a) kommen nur die Quadrate von x und y vor,
 11 daraus folgt, dass die Kurve sowohl in Bezug auf die
 X- als auch Y-Axe symmetrisch ist; die Hauptaxen
 teilen die Kurve in 4 kongruente Teil-Quadranten. Die
 Symmetrie in Bezug auf die Y-Axe erfordert, dass die
 115 Kurve symmetrisch zu F und L noch einen zweiten Brenn-
 punkt F_1 und eine zweite Leitlinie L_1 besitzt. (Fig. 7.)
 Man sieht sofort, dass ausserhalb des Parallelogramms

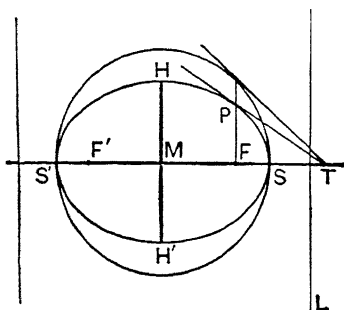


Fig. 7.

- $(+A \mid +B)$; $(-A \mid +B)$; $(-A \mid -)B$; $(+A \mid -B)$
 kein Punkt der Kurve liegen kann. Die Punkte S und S'
 420 resp. σ und σ' heissen die Scheitel der Kurve. Die Länge
 von FM , welche $|a|$ ist und daher Ae ist, heisst die
 lineare Excentricität, während $|\frac{1}{e}|$ der Abstand der
 Leitlinien von M , gleich Ae^{-1} ist. Die Ellipse ist eine
 geschlossene ganz im Endlichen verlaufende Kurve, deren
 425 nahe Verwandtschaft mit dem Kreis schon aus 1^a) her-
 vorgeht, sie wird zum Kreis, wenn $A = B$, d. h. aber $e = 0$;
 dann fallen beide Brennpunkte auf M und beide Leitlinien
 ins Unendliche. Umgekehrt sieht man, dass die Ellipse

aus dem Kreis um M mit dem Durchmesser $2A$, dem Ma.
Hauptkreis, durch Druck gegen die X -Axe (bezw. aus 430
dem Kreis um M mit Durchmesser $2B$ durch Zug) her-
vorgeht, bei dem alle Abscissen ungeändert bleiben, die
Ordinaten alle im Verhältnis A/B zusammengedrückt
(bezw. wie $B:A$ ausgedehnt) werden. Diese Bemerkung
ist zuerst von Stevin (1585) benutzt worden, um die 435
Geometrie der Ellipse aus der des Hauptkreises abzuleiten.
Da alle Rechtecke, deren Grundlinien auf der X -Axe
liegen, und deren Ecken entsprechende Punkte sind, d. h.
deren Ordinaten sich wie A/B verhalten, auch sich wie
 A/B verhalten, so sieht man, dass jedes Ellipsenflächen- 440
stück sich zu dem entsprechenden Kreisflächenstück wie
 $B:A$ verhält; insbesondere ist der Inhalt der
Ellipse $AB\pi$.

35. TRIGONOMETRIE.

Eine der wichtigsten Aufgaben der elementaren Geo-
metrie ist die Konstruktion einer Figur aus einer hin- 445
reichenden Anzahl gegebener Stücke, speziell die des
Dreiecks aus drei Stücken. An diese Aufgabe schliesst
sich naturgemäss die Frage nach der Grösse der übrigen
Stücke an. Dieselbe kann ohne weiteres beantwortet
werden, wenn die Aufgabe der Konstruktion der Figur 450
gelöst ist: Man zeichnet die Figur und misst mit Mass-
stab und Transporteur die gesuchten Stücke nach.

Dieses Verfahren nennt man das "mechanische,"
"konstruktive" oder "graphische." Es ist nicht auf
ebene Figuren beschränkt: in der darstellenden Geometrie 455
wird die Aufgabe behandelt, die einzelnen Stücke räum-
licher Figuren durch ebene Konstruktionen zu ermitteln.

Ma. Dagegen ist der Anwendbarkeit des graphischen Verfahrens durch folgende zwei Hauptpunkte eine Grenze gesetzt:

460 Erstens setzt es die konstruktive Lösung der Aufgabe voraus. Diese aber ist mit Zirkel und Lineal durchaus nicht immer möglich und, wenn sie ausführbar ist, durch elementare Betrachtungen nicht mit Sicherheit aufzufinden. Auch erfordert sie oft einen grossen Aufwand an geistiger Arbeit, während der Hauptvorteil des graphischen Verfahrens in der Ersparnis an geistiger Anstrengung gegenüber dem rechnerischen Verfahren zu suchen ist.

Zweitens ist die Genauigkeit der graphischen 470 Methode beschränkt. Mit Sicherheit ist bei der Ausmessung und Konstruktion von Streckengrössen nur die dritte Dezimale, von Winkelgrössen nur der Zehntelgrad zu ermitteln. Da in der Technik grössere Genauigkeit im allgemeinen nicht nötig ist, findet dort das graphische 475 Verfahren die ausgedehnteste Anwendung. Wo dagegen grössere Genauigkeit verlangt wird—wie in der Astronomie und Geodäsie—, ist das Verfahren nicht anwendbar.

Hierzu kommt noch, dass vom Standpunkt der reinen Mathematik aus das graphische Verfahren nicht als eine 480 vollständige Lösung des Problems betrachtet werden kann. Denn der Mathematiker verlangt von einer solchen in erster Linie, dass sie ihn in den Stand setzt, die gesuchten Grössen mit jedem verlangten Genauigkeitsgrade zu bestimmen; in zweiter Linie aber, dass sie 485 auch die Gesetze, nach denen die gesuchten Grössen von den gegebenen abhängen, aufklärt.

36. DER MOIVRESCHE SATZ.

Es kommt in der Geometrie und Physik häufig vor, dass Ma. man ausser der Länge einer Strecke auch ihre Richtung in Betracht ziehen muss. Man hat für den Inbegriff einer Strecke und ihrer Richtung die Bezeichnung 490 "Vektor" eingeführt. Zur Angabe eines Vektors gehören also mehrere Grössen. Erstens seine Länge. Diese ist immer eine absolute (positive) Zahl. Zweitens die nötigen Bestimmungsstücke für seine Richtung.

Die beiden Enden des Vektors müssen als Anfangs- 495 und Endpunkt unterschieden werden. Die Richtung des Vektors ist die vom Anfangs- zum Endpunkt. Ein und dieselbe Strecke kann daher zwei verschiedene Vektoren darstellen, die gleich lang und einander entgegengesetzt gerichtet sind. Man nennt solche Vektoren "entgegen- 500 gesetzt gleich." Welchen von beiden Vektoren eine Strecke im konkreten Fall darstellen soll, entscheidet man durch Ansetzen einer die Richtung markierenden Pfeilspitze. Wenn eine Strecke die Länge Null hat, ist ihre Richtung unbestimmt. Man bezeichnet daher alle Vektoren 505 von der Länge Null schlechthin mit 0.

Im folgenden beschränken wir uns auf Vektoren, die in einer Ebene liegen. Zu ihrer Bestimmung denken wir uns einen ganz beliebigen herausgegriffen und als "Einheitsvektor" oder "Einheit" schlechthin bezeichnet. Seine Länge wählen wir als Masseinheit, seine Richtung als Nullrichtung. Irgend ein anderer Vektor hat dann die Länge r und bildet mit dem Einheitsvektor den Winkel ϕ , den wir entgegengesetzt

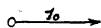
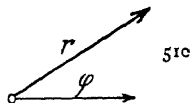


Fig. 8.

Ma. dem Sinne des Uhrzeigers messen. Diesen Vektor bezeichnen wir mit r_ϕ , den Einheitsvektor also mit 1_ϕ .

Man nennt zwei Vektoren gleich, wenn sie in Länge
520 und Richtung übereinstimmen. Soll r_ϕ gleich s_ψ sein, so muss also

$$r = s, \phi = \psi + k \cdot 360^\circ \quad (\text{I})$$

sein, wobei k eine beliebige ganze Zahl, positiv oder negativ, ist. An Stelle beider Gleichungen schreiben wir
525 abkürzungsweise

$$r_\phi = s_\psi. \quad (\text{Ia})$$

Eine Verwechslung mit dem Gleichheitsbegriff der Zahlen ist dadurch ausgeschlossen, dass r_ϕ und s_ψ keine Zahlen sind.

530 Man kann einen Vektor auch mit einem einzelnen Buchstaben, u, v, w, z , bezeichnen, und muss sich nur gegenwärtig halten, dass dieser Buchstabe nicht eine Zahl, vielmehr das Aggregat zweier Zahlen, r und ϕ , bedeutet.

PHYSIK,

37. EIGENSCHAFTEN DER KÖRPER.

Alle Körper sind schwer. Halten wir einen Körper Ph. auf der Hand, so empfinden wir den Druck, den er auf dieselbe nach unten ausübt; lassen wir den Körper los, so fällt er zur Erde. Kurz, der Körper verhält sich so, als ob die Erde ihn anzöge. Diese von der Erde ausgehende 5 Anziehung nennen wir Schwerkraft.

Die Richtung, welche ein Lot, d. h. eine durch eine Bleikugel gespannte, ruhig hängende Schnur annimmt, heisst lotrecht oder vertikal. Dieselbe bezeichnet die Zugrichtung der Schwerkraft. Ein neben der Schnur des 10 Lotes losgelassener Körper fällt längs derselben herab.

Die Richtung des Lotes steht senkrecht auf einer ruhigen Wasserfläche. Jede Ebene, welche zur Vertikalen senkrecht steht, heisst wagrecht oder horizontal.

Den Druck eines Körpers auf seine Unterlage nennen 15 wir sein Gewicht. Schüttet man in ein in der Hand gehaltenes Gefäss allmählich immer grössere Mengen desselben Stoffes (z. B. Sand, Schrot, Wasser oder Quecksilber), so merkt man, dass das Gewicht in demselben Verhältnis wächst wie die Stoffmenge oder Masse, 20 welche in dem Gefäss enthalten ist. Sorgfältige Versuche zeigen, dass dem 2-, 3-, 4fachen Gewicht stets genau die 2-, 3-, 4fache Masse entspricht.

Ph. Nimmt man das Gewicht eines bestimmten Körpers als
25 Einheit an, so kann man mit Hülfe der Wage das Gewicht
eines beliebigen andern Körpers ermitteln. Als Gewicht-
einheit wählt man das Gramm, d. i. das Gewicht eines
Kubikcentimeters reinen Wassers (bei einer Temperatur
von 4° C.). Ein Körper hat das absolute Gewicht von
30 5 g, wenn er denselben Druck auf die Unterlage (z. B.
die Wagschale) ausübt wie 5 Grammgewichte oder 5 ccm
Wasser.

Setzt man ein leeres Fläschchen auf der Wage ins
Gleichgewicht und füllt es zuerst vollständig mit Queck-
35 silber, nachher mit Wasser, so erweist sich der Inhalt im
ersten Falle 13,6 mal schwerer als im zweiten Falle. Bei
demselben Volumen haben verschiedene Körper un-
gleiches Gewicht. Das Gewicht der Volumeinheit eines
Körpers heisst sein spezifisches Gewicht.

40 Die Zahl, welche angiebt, wie vielmal in der Masse
eines Körpers die Masse des gleichen Wasservolumens
(bei 4° C.) enthalten ist, heisst die Dichte dieses Körpers.
Da dem 2-, 3-, fachen Gewicht auch stets die 2-
3-, fache Masse entspricht, so ist nach dem Obigen
45 die Dichte des Kupfers 9, des Silbers 10,5, des Bleies
11 und (bei 4° C.) die des Wassers 1. Im metrischen
System sind demnach die Zahlen für das spezifische
Gewicht und die Dichte eines Körpers dieselben.

Ein Körper, welcher in Ruhe ist, kann nicht von
50 selbst, sondern nur durch die Wirkung eines andern
Körpers in Bewegung geraten. Ein bewegter Körper
kann nur durch einen andern zur Ruhe gebracht werden.
Die Eigenschaft der Körper, ihren Zustand der Ruhe oder
Bewegung nicht von selbst ändern zu können, nennt man
55 Trägheit.

Jeder Körper ist teilbar. Auch der härteste Körper

kann durch Stossen, Schlagen, Reiben, Feilen u. s. w. in Ph. kleinere Teile zerlegt werden, welche selbst wieder einer weiteren Teilung fähig sind. Die kleinsten Teile, welche durch mechanische Vorgänge erhalten werden können, 60 nennt man Moleküle. Die Moleküle behalten die Eigenschaften des ungeteilten Körpers bei und unterscheiden sich von ihm nur durch ihre Grösse und Form.

Versucht man verschiedene Körper in kleinere Teile zu teilen, so muss man dabei bald einen grösseren, bald einen 65 geringeren Widerstand überwinden. Der Zusammenhang der Teilchen (ihre Cohäsion) ist verschieden stark. Man unterscheidet hiernach drei Aggregatzustände: den festen, den flüssigen und den luftförmigen.

Feste (oder starre) Körper setzen jeder Trennung oder 70 Verschiebung ihrer Teilchen, jeder Formänderung einen merklichen Widerstand entgegen. Je nach der Grösse des Widerstandes unterscheiden wir harte (Eisen) und weiche Körper (Blei). Lassen sich die Teile eines Körpers verschieben, ohne sich zu trennen, so nennen wir 75 ihn dehnbar (Wachs, Kupfer), im entgegengesetzten Falle spröde (Glas, Glastropfen). Nimmt ein Körper nach einer Verschiebung seiner Teile seine frühere Form wieder an, so heisst er elastisch (Stahl, Kautschuk), sonst unelastisch (Wachs, Blei). 80

Die Teile flüssiger Körper lassen sich leicht gegen einander verschieben und zeigen nur einen geringen Zusammenhang z. B. bei der Tropfenbildung.

Die luftförmigen (oder gasförmigen) Körper zeigen gar keinen Zusammenhang ihrer Teile; sie verbreiten sich 85 in dem grössten ihnen dargebotenen Raume und durchdringen ihn vollständig.

Die Körper füllen den Raum, welchen sie auf den ersten Blick einzunehmen scheinen, nicht vollständig mit ihrer

Ph. Materie aus. Die meisten Körper zeigen schon dem
91 blossen Auge, oder doch unter dem Mikroskop betrachtet,
Zwischenräume oder Poren, welche mit anderm Stoff,
gewöhnlich mit Luft, erfüllt sind. Sandstein, Thon,
Zucker, Holz u. s. w. sind porös, da sie (etwa gefärbte)
95 Flüssigkeiten in ihre Poren aufsaugen (Capillarität), oder
da man Flüssigkeiten und Luft durch dieselben hindurch-
pressen kann. Bei andern Körpern, z. B. Glas, sind solche
Zwischenräume nicht nachweisbar. Trotzdem nimmt man
an, dass die Moleküle aller, auch der dichtesten Körper
100 sich nicht unmittelbar berühren, sondern durch leere Zwischenräume, die wir molekulare Zwischenräume nennen wollen, getrennt sind.

Den Zug, den wir empfinden, wenn wir die Moleküle
eines Körpers durch Dehnung voneinander zu entfernen
105 suchen, und den Druck, mit welchem die Moleküle beim
Zusammenpressen der Annäherung widerstreben, muss
man bei der Annahme von molekularen Zwischenräumen
auf Kräfte zurückführen, welche die Moleküle aufeinander
ausüben. Die Molekularkräfte halten die Moleküle
110 eines Körpers im Zusammenhang (Cohäsion) und setzen
der Formänderung starrer Körper einen Widerstand entgegen.

Wenn beim Zerreißen eines Körpers auch nur der
kleinste merkliche Zwischenraum zwischen den Molekülen
115 eines Körpers entstanden ist, so fühlen wir keinen Zusammenhang mehr. Ebenso widerstreben die Stücke eines
Körpers der gegenseitigen Annäherung erst, wenn sie bis
zur Berührung genähert sind. Flüssigkeiten haften aber
an festen Körpern, welche man mit denselben benetzt hat
120 (Adhäsion). Die Molekularkräfte sind also nur
auf unmessbar kleine Entfernungen wirksam.

Bei dem Übergang aus dem flüssigen in den festen

Zustand, welcher durch Verdampfen des Lösungsmittels Ph. oder durch Abkühlung eines geschmolzenen Körpers eintreten kann, nehmen viele Körper regelmässige, durch 125 ebene Flächen begrenzte Formen, Krystallformen, an, welche für diese Körper charakteristisch sind. Auch die Bildung der Krystalle wird auf die Wirkung der Molekularkräfte zurückgeführt.

Eine bemerkenswerte Eigenschaft der Krystalle ist die 130 Symmetrie. Ein Körper heisst symmetrisch, wenn er sich durch einen Schnitt derart in zwei Hälften teilen lässt, dass die eine Hälfte als das Spiegelbild der andern erscheint.

Mit dem Ausdruck Naturerscheinung bezeichnet 135 man jede Veränderung, welche man in der Sinnenwelt wahrnimmt, z. B. wenn ein kalter Körper warm wird, oder wenn ein Körper, der in der Ruhe war, in Bewegung gerät u. s. w. Bei aufmerksamer Beobachtung bemerkt man, dass eine Erscheinung niemals allein, sondern immer mit 140 einer oder mehreren andern zugleich eintritt. So gerät ein Eisenstück in Bewegung, wenn ihm ein Magnet genähert wird; ein Stein wird warm an der Sonne oder am Feuer. Den auffallendsten Umstand, an welchen eine Erscheinung gebunden zu sein scheint, nennt man die 145 Ursache der Erscheinung, diese selbst aber die Wirkung.

Kann man die Abhängigkeit einer Erscheinung von den sämtlichen massgebenden Umständen in Worten ausdrücken, so hat man hiermit ein Naturgesetz gefunden. 150

Die Naturlehre oder Physik handelt von den Naturerscheinungen, führt dieselben auf ihre Ursachen zurück, und ermittelt die Gesetze, nach welchen sie erfolgen.

38. VON DER BEWEGUNG.

Ph. Der Teil der Mechanik, welcher sich mit den durch
 155 Kräfte hervorgebrachten Bewegungen beschäftigt, führt
 den Namen Dynamik.

Wenn alle Orte, welche ein bewegter Körper nachein-
 ander in der Zeit einnimmt, in derselben Geraden
 liegen, so nennt man die Bewegung geradlinig. Die
 160 Bewegung heisst gleichförmig, wenn in gleichen
 aufeinander folgenden Zeiten gleiche Wegstücke
 zurückgelegt werden.

Es ist hiernach ohne weiteres klar, was unter einer krumm-
 linigen, und was unter einer ungleichförmigen Bewegung zu
 165 verstehen ist.

Die geradlinige gleichförmige Bewegung soll, als
 die einfachste, zuerst betrachtet werden. Ein Körper
 lege in der ersten Sekunde 5 m, in der zweiten Sekunde
 (in derselben Geraden) abermals 5 m zurück u. s. w. In
 170 7 Sekunden würde er im ganzen $7 \times 5 \text{ m} = 35 \text{ m}$ zurück-
 gelegt haben. Den in einer Sekunde zurückgelegten
 Weg nennen wir seine Geschwindigkeit. In unserm
 Beispiel beträgt also die Geschwindigkeit 5 m.

Welchen Weg legt ein Körper in 9 Sekunden zurück, wenn er
 175 sich mit der Geschwindigkeit von 3 m bewegt? Wie gross ist die
 Geschwindigkeit eines Körpers, der in 4 Sekunden 32 m zurücklegt?
 In welcher Zeit legt ein Körper bei 5 m Geschwindigkeit 20 m
 zurück?

Die geradlinige gleichförmige Bewegung tritt ein, wenn
 180 auf den bewegten Körper keine Kraft wirkt. Es scheint
 zwar auf den ersten Blick, dass die Geschwindigkeit eines
 sich selbst überlassenen Körpers (z. B. einer Kugel auf
 der Kegelbahn) von selbst abnimmt und dass auch seine
 Richtung sich ändert; allein diese Ansicht beruht auf

ungenauer Beobachtung. Auf einer glatten Horizontal-Ph. ebene, z. B. einer Eisfläche, bewegt sich ein Körper auf 186 einen einmaligen Anstoss hin um so gleichförmiger und weiter geradlinig fort, je glatter die Bahn ist.

Die Geschwindigkeit eines Körpers auf der Eisbahn nimmt nur deshalb langsam ab, weil seiner Bewegung ein kleiner Widerstand 190 entgegenwirkt, wie man beim Fortschieben eines Schlittens auf dem Eise empfindet. Auch in der Luft erfährt ein Körper einen Widerstand, der sich sofort äussert, wenn man einen Körper von grösserem Querschnitt (ein Blatt steifes Papier) rasch bewegt. Den in der Luft horizontal fortgeschleuderten Körper zieht die Schwere zur 195 Erde herab.

Denken wir uns alle Kräfte (also auch alle Widerstände) weg, so müssen wir annehmen, dass ein Körper infolge eines einmaligen Anstosses sich unaufhörlich geradlinig und gleichförmig 200 fortbewegt (Gesetz der Trägheit).

Das dem rohen Augenschein so sehr widersprechende Gesetz der Trägheit wurde zuerst von Galilei (1638) erkannt.

39. ARBEIT.

Erfahrungen. 1. Wenn ein Arbeiter eine Last auf eine gewisse Höhe heben soll, so wirkt der Lagenveränderung die Schwerkraft 205 entgegen; er hat auf der ganzen Weglänge den Druck des Körpers auszuhalten.—2. Wenn ein Wagen auf wagerechter Strecke weiter gezogen wird, so ist auf der ganzen Strecke der der Bewegung entgegenwirkende Reibungswiderstand zu überwinden.—3. Wenn ein Arbeiter einen Eisendraht zu einem dünneren ausziehen soll, so 210 hat er die Kohäsion zu überwinden.

Begriffsbestimmung. Die Überwindung eines Widerstandes (durch eine Kraft) heisst Arbeit.

Erfahrung. Wenn ein Arbeiter eine Last von 20, 30, 40,...kg 1 m hoch hebt, so leistet er eine 2, 3, 4,...mal so grosse Arbeit, als 215 wenn er 10 kg 1 m hoch hebt.—2. Wenn ein Arbeiter 10 kg 2, 3, 4,...m hoch hebt, so leistet er eine 2, 3, 4,...mal so grosse Arbeit, als wenn er 10 kg 1 m hoch hebt.

Ph. Gesetz. Die Arbeit einer Kraft wächst in demselben
 220 Verhältnisse wie 1. die bewegte Last, 2. der Weg.

Erfahrung. Soll ein Körper durch eine Kraft am Fallen gehindert werden, so muss eine dem Zuge des Körpers gleich grosse Kraft in entgegengesetzter Richtung wirken. Die geringste (unendlich kleine) Vermehrung der Kraft genügt, um die Last im
 225 Sinne der Kraft zu bewegen. Man sagt, das gehobene Gewicht verbraucht oder verzehrt Arbeit, die Kraft, welche das Heben bewirkt, leistet Arbeit.

Gesetz. Wenn eine Kraft einen Widerstand überwindet, so ist die Arbeit, welche die Kraft leistet, ebenso
 230 gross wie die Arbeit, welche der Widerstand verzehrt.

40. FORTPFLANZUNG DES SCHALLES.

Versuch. (1.) Ein durch mechanische Vorrichtung längere Zeit tönender Körper wird unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht. Darauf wird dieselbe leer gepumpt, nachher wird die Luft wieder zugelassen. Man hört den Schall allmählich abnehmen
 235 und schliesslich fast ganz verschwinden. Beim Zulassen der Luft nimmt er wieder zu bis zur alten Stärke.

Gesetz. Der Schall wird hauptsächlich durch die Luft bis zu unserem Gehörorgane fortgepflanzt. Die Schwingungen des tönenden Körpers müssen sich auf die Luft,
 240 die der Luft auf das Trommelfell und die des Trommelfelles endlich durch Vermittelung des übrigen Gehörapparates auf die Enden des Gehörnerven übertragen.

Erläuterung. Der schwingende Körper schiebt die vor ihm befindlichen Luftteilchen zusammen und erzeugt
 245 eine Verdichtung der Luft. Infolge der Spannkraft streben die verdichteten Teilchen wieder auseinander, schieben also die vor ihnen befindlichen Teilchen zusammen und erzeugen so in ihrer Nachbarschaft eine zweite Verdichtung, während an der Stelle der ersten Verdichtung

infolge des Zurückschwingens des Körpers eine Verdünnung der Luft entsteht. Die zweite Verdichtung und die 251 Verdünnung pflanzen sich in derselben Weise fort, und so gelangen schliesslich die Verdichtungen und Verdünnungen zu unserem Trommelfelle und setzen dasselbe in Schwingungen, die als Schall empfunden werden. 255

41. GESCHWINDIGKEIT DER FORTPFLANZUNG DES SCHALLES.

Beobachtung. Bei geringen Entfernungen nehmen wir keinen Zeitunterschied zwischen dem Sehen der Schallerregung und der Empfindung des Schalles wahr. Bei grösseren Entfernungen verfliesst zwischen der Gesichts- und der Gehör-Wahrnehmung eine merkbare Zeit. 260

Gesetz. Der Schall pflanzt sich ziemlich schnell, aber viel langsamer fort als das Licht.

Mitteilung. Nach genauen Versuchen ist die Geschwindigkeit des Lichtes (300 000 km in der Sekunde) so gross, dass die Zeit, welche das Licht gebraucht, um 265 irdische Entfernungen zu durchlaufen, als Null angesehen werden kann.

Berechnung der Geschwindigkeit. Die Zeit, welche zwischen der erwähnten Gesichts- und der Gehörswahrnehmung verfliesst, kann als die Zeit angesehen 270 werden, welche der Schall gebraucht, um die zwischen dem Beobachter und dem schallerregenden Körper liegende Strecke zu durchlaufen. Misst man diese Strecke und die Zeit genau, so kann man daraus die Geschwindigkeit des Schalles berechnen. 275

Mitteilung. Durch genaue Beobachtung der Zeit, welche zwischen dem Sehen des Blitzes und dem Hören des Knalles einer in einer grossen, aber genau gemessenen Entfernung abgefeuerten Kanone verging, hat man die

Ph. Geschwindigkeit des Schalles in der Luft zu durch-
 281 schnittlich 340 m in der Sekunde gefunden. (In kälterer
 Luft ist sie etwas kleiner.)

42. FORTPFLANZUNG DES SCHALLES IN FESTEN KÖRPERN.

Versuch. (1.) Mit einem guten Fadenfernsprecher werden
 Versuche auf Entfernungen gemacht, in welchen der erzeugte Schall
 285 durch die Luft nicht mehr hörbar ist. Durch den Fernsprecher
 wird der Schall deutlich vernommen (Flüstern, leises Klopfen).

Gesetz. Der Schall pflanzt sich in festen Körpern
 besser fort als in der Luft.

Bestätigende Versuche. (2.) Nimmt man einen Faden, an
 290 welchem ein Metallstab (Stocheisen) befestigt ist, zwischen die
 Zähne und schlägt mit einem metallenen Gegenstand gegen den frei
 hängenden Stab, so hört man einen Ton von der Stärke eines
 Glockentones.—(3.) Hält man eine Uhr an die Stirn oder nimmt
 sie zwischen die Zähne, so hört man das Ticken viel stärker als
 295 durch die Luft u. s. w.

43. FORTPFLANZUNG DES SCHALLES IN RÖHREN.

Beobachtung. Das an einem Ende des Schallrohres, welches
 verschiedene Räume eines Hauses miteinander verbindet, gespro-
 chene Wort wird an dem anderen Ende mit fast unverminderter
 Stärke vernommen. Schwerhörige hören viel besser, wenn sie das
 300 Ende einer Röhre in das Ohr halten, in deren anderes Ende
 hineingesprochen wird. (Hörrohr.) Mittels eines Sprachrohres
 kann man sich auf viel weitere Entfernungen vernehmbar machen
 als ohne dasselbe.

Gesetz. Die Stärke des Schalles nimmt wenig ab,
 305 wenn er sich nicht nach allen Seiten ausbreiten kann.—
 Zum Teil beruht hierauf die bessere Fortleitung des
 Schalles in festen Körpern.—Grund. Wenn der Schall

sich ungehindert ausbreiten kann, so setzt die ursprüngliche Schwingung eine viel grössere Anzahl von Lufttheilchen in Bewegung, als wenn die Fortpflanzung auf eine Richtung beschränkt bleibt; infolgedessen muss im ersten Falle die Bewegung der einzelnen Theilchen schwächer sein als im zweiten Falle.

44. ZURÜCKWERFUNG DES SCHALLES.

Versuch. Man klopfe auf den einen Resonanzboden eines Fadenfernsprechers, bei welchem der Faden durch einen Eisendraht von einigen 100 m Länge ersetzt ist, mit einem Stäbchen einmal kräftig auf. Der Schlag wird an jedem Ende 6 bis 8 mal gehört.

Gesetz. Trifft der Schall auf eine feste Grenze, so wird er zurückgeworfen.

Beobachtung. Erzeugt man in grösserer Entfernung von einem Hause, einer Felswand, einem Waldrande einen Ton, so hört man denselben von der festen Fläche zurückkommen.

Gesetz. Treffen die Schallwellen in der Luft auf eine feste Wand, so werden sie von derselben zurückgeworfen. Echo (einfaches, mehrfaches; einsilbiges, mehrsilbiges).

45. MESSUNG DER WÄRMEMENGE.

Zwei ungleich warme Körper nehmen bei wechselseitiger Berührung denselben Wärmezustand an, indem der kältere sich auf Kosten des wärmeren erwärmt. Mischt man 1 kg Wasser von 60° C. mit 1 kg Wasser von 30° C. so rasch, dass während des Versuches keine merkliche Abkühlung durch die Luft stattfinden kann, so erhält man eine Mischung von 45° C. Hierbei hat also das Kilogramm des wärmeren Wassers 15° verloren, das Kilogramm des kälteren Wassers 15° gewonnen.

- Ph. Mischen wir ebenso 2 *kg* Wasser von 20° C. mit 3 *kg* Wasser von 70° C., so erhalten wir eine Mischung von 50° C. In diesem Falle gewinnen die 2 *kg* des kälteren Wassers 30°, während die 3 *kg* des wärmeren Wassers 20° verlieren. Die von 3 *kg* Wasser bei einer Temperaturerniedrigung um 20° abgegebene Wärmemenge reicht gerade hin, um 2 *kg* Wasser um 30° zu erwärmen. Es ist anzunehmen, dass der Verlust an Wärmemenge auf der einen Seite gleich ist dem Gewinn auf der andern Seite.
- 340 Multipliziert man jedesmal die Wassermasse mit der Temperaturänderung, so erhält man beiderseits dasselbe Produkt $2 \times 30 = 3 \times 20$. Dieses Gesetz hat sich bei Mischungsversuchen mit Wassermengen von ungleicher Temperatur allgemein bewährt.
- 350 Man nennt das Produkt aus der Anzahl der Kilogramme Wasser und der zugehörigen Temperaturänderung in Graden Celsius die verlorene oder gewonnene Wärmemenge. Als Einheit der Wärmemenge (oder Wärmeeinheit) nimmt man also diejenige Wärmemenge an, welche erforderlich ist, um 1 *kg* Wasser um 1° C. zu erwärmen.

46. AUSDEHNUNG DER KÖRPER DURCH DIE WÄRME.

Feste Körper. Versuch. (1.) Eine Messingkugel, welche im gewöhnlichen Zustande eben durch einen Ring hindurch geht, geht nicht mehr hindurch, wenn sie erwärmt wird.—(2.) Eine 360 erkaltende Eisenstange zieht sich mit grosser Kraft zusammen und sprengt einen gusseisernen Stift.—(3.) Elektrisch geglühter Platindraht bekommt deutlichen Durchhang.

Gesetz. Werden feste Körper erwärmt, dann dehnen sie sich aus, werden sie abgekühlt (verlieren sie die 365 Wärme), so ziehen sie sich zusammen.

Bestätigende Erfahrungen. 1. Die Lücke zwischen den Ph. Eisenbahnschienen.—2. Das Befestigen des Radreisens auf dem Rade.—3. Das Lösen von festsitzenden Stöpseln von Glasflaschen durch Erwärmen des Halses.—4. Telegraphendrähte hängen im Sommer schlaffer als im Winter.—5. Glas springt, wenn es rasch 370 erwärmt wird, weil die äusseren Teile sich stärker ausdehnen als die inneren. (Unterschied zwischen dickwandigem und dünnwandigem Glase.) Glas ist um so spröder, je schneller es abgekühlt worden ist. (Glastränen, Bologneser Fläschchen.)

Flüssige und gasförmige Körper. Versuche. (1.) Ein 375 Probiergläschen fülle man bis einige Centimeter unter dem Rande mit Petroleum und erwärme es. Das Petroleum steigt beträchtlich. —(2.) Bringt man in eine Thermometerröhre Quecksilber (oder gefärbtes Wasser), so dass die Kugel gefüllt ist, und erwärmt letztere mit der Hand, so steigt der Flüssigkeitsfaden.—(3.) Eine 380 Retorte (oder eine Kochflasche) befestige man so, dass sie umgekehrt in Wasser taucht. Erwärmt man die Retorte mit der Hand, so zeigt sich schon die Ausdehnung der Luft. Erwärmt man mit der Flamme, so steigen zahlreiche Luftblasen auf. Kühlt man die Retorte wieder ab, so dringt an Stelle der ausgetriebenen Luft 385 Wasser ein.—(4.) Bringt man in eine Thermometerröhre einen Faden Quecksilber und erwärmt die Kugel, so wird der Faden

Gesetz. Werden flüssige oder gasförmige Körper erwärmt, so dehnen sie sich aus, werden sie abgekühlt, so 390 ziehen sie sich zusammen. Die Ausdehnung der flüssigen und gasförmigen Körper ist grösser als die der festen Körper.

Bestätigende Versuche. (5.) Ein Kölbchen, welches durch einen mit einer beiderseits offenen Röhre versehenen Kork ver- 395 schlossen werden kann, wird so weit mit (gefärbtem) Wasser gefüllt, dass das Wasser noch etwas in dem Röhrchen steht. Erwärmt man nun das Kölbchen, so sinkt die Flüssigkeit zunächst etwas (warum?), dann aber steigt sie.

Anwendung. Das Füllen der Thermometerröhren.

400

Mitteilung. Bei gleichem äusseren Drucke dehnen sich alle Gase bei derselben Temperaturerhöhung gleich

Ph. stark und regelmässig aus.—Gay-Lussacsches Gesetz (1800).

47. ABHÄNGIGKEIT DES SIEDEPUNKTES VOM DRUCKE.

- 405 Versuch. (1.) Man fülle ein Kochfläschchen etwa zur Hälfte mit Wasser, bringe das letztere zum Sieden und verkorke die Flasche, nachdem der Dampf lebhaft aus der Mündung ausgeströmt ist. Kehrt man nun die Flasche um und kühlt den mit Dampf gefüllten Teil (mittels Wasser) ab, so beginnt wieder ein lebhaftes Sieden.
 410 (Durch die Abkühlung werden die Dämpfe verdichtet, der Druck auf das Wasser in der Flasche also vermindert.)

Gesetze und Begriffsbestimmung. Bei Verminderung des Druckes findet der Übergang einer Flüssigkeit in den dampfförmigen Zustand bei einer unterhalb des
 415 Siedepunktes liegenden Temperatur statt. Unter Siedepunkt hat man daher diejenige Temperatur zu verstehen, bei welcher der Dampf der Flüssigkeit dieselbe Spannung hat, wie die umgebende Luft. Nimmt umgekehrt der Druck auf die Oberfläche einer Flüssigkeit zu, so tritt das
 420 Sieden erst bei einer höheren Temperatur ein.

- Bestätigende Versuche und Erfahrungen. (2.) Die Flüssigkeit im Pulshammer (zwei mit Weingeist gefüllte, sonst luftleer gemachte, durch eine Röhre verbundene Kugeln) lässt sich durch die Handwärme zum Sieden bringen. Man halte den Hammer so,
 425 dass die Dampfblasen gezwungen sind, durch die Flüssigkeit hindurch zu gehen.—(3.) Das Kochen des Wassers auf hohen Bergen (Papinscher Topf).

Anmerkung. Durch Temperaturerniedrigung und Druckvermehrung ist es in neuerer Zeit gelungen, die sogenannten per-
 430 manenten Gase (sowie die Luft) flüssig zu machen.

48. EINIGES ÜBER DAS SEHEN.

Anpassungsfähigkeit (Akkommodation). Das Ph. Auge stellt ein aus vier Linsen bestehendes Linsensystem dar. Dasselbe wirkt gerade so, als wenn ein Mittel von anderer Brechbarkeit (eine Linse) vorhanden wäre, welches durch eine kugelförmige Begrenzungsfläche gegen 435 die Luft abgeschlossen würde—reduziertes Auge.—Die Pupille wirkt als Blende. Auf der Netzhaut entstehen von äusseren Gegenständen verkleinerte, umgekehrte Bilder.

An einem frischen Tierauge kann das Bildchen gezeigt werden.— 440 Dasselbe kommt nicht oder nur undeutlich zustande, wenn die Linse trübe ist: grauer Staar (Heilung durch Herausnahme der Krystalllinse und Ersatz derselben durch eine Sammellinse vor dem Auge). Es kommt nicht zum Bewusstsein, wenn die Netzhaut unempfindlich, d. h. der Sehnerv abgestorben ist: schwarzer 445 Staar (unheilbar).

Wäre das Auge unveränderlich, so würde nur von den in einer bestimmten Entfernung befindlichen Gegenständen ein deutliches Bild auf der Netzhaut entstehen. Die Tatsache, dass wir in verschiedenen Entfernungen 450 deutlich sehen, beweist die Fähigkeit des Auges, seine Brennweite zu verändern. Diese Fähigkeit heisst Anpassungsfähigkeit oder Akkommodations-vermögen.

Bestätigende Versuche und Erfahrungen. (1.) Macht 455 man auf eine durchsichtige Glastafel (Fensterscheibe) einen schwarzen Fleck und fixiert den Fleck zu einer Entfernung von etwa 25 cm, so dass man ihn deutlich sieht, so erscheinen die entfernteren Gegenstände verschwommen; fixiert man dagegen die letzteren, so dass man sie deutlich sieht, so erscheint der Fleck verschwommen.— 460 (2.) Hat man längere Zeit in die Ferne gesehen und betrachtet dann nahe Gegenstände, so braucht das Auge einige Zeit, um diese deutlich zu sehen.

49. DAS AUGE.

Ph. Das Auge des Menschen (und der höheren Tiere)
465 besteht aus einer mit durchsichtigen Medien erfüllten
Hohlkugel, in welcher ein stärker brechender linsen-
förmiger Körper, die Krystalllinse, eingebettet ist.
Durch die Pupille, eine Öffnung in der Regenbogen-
haut (Iris), fällt das Licht ein und entwirft an der
470 gegenüberliegenden Hohlkugelfläche, welche mit der licht-
empfindlichen Netzhaut bekleidet ist, ein umgekehrtes,
verkleinertes Bild der Gegenstände. Letzteres kann man
an dem frischen Auge eines weissen Kaninchens durch die
gereinigte Haut der Hinterfläche hindurch sehen. Das
475 Auge ist also eine Dunkelkammer mit einer Linse und
einem hohlkugelförmigen Schirme.

Das Auge ist auch einer photographischen Kammer ähnlich. Das
Licht bringt an den beleuchteten Stellen der Netzhaut zunächst
chemische Veränderungen hervor, welche das Zustandekommen der
480 Empfindung bedingen. Dieselben äussern sich z. B. in der raschen
Entfärbung des Sehpurpurs, eines roten Stoffes der Netzhaut.
Nach der Entfernung des leuchtenden Objektes bleibt ein sicht-
bares, wenn auch flüchtiges Bild auf der Netzhaut zurück wie beim
photographischen Prozess (Boll 1876). Hiermit hängt es auch
485 zusammen, dass die Lichtempfindung langsamer zustande kommt
und verschwindet als das Licht selbst. Schwingt man ein glim-
mendes Zündhölzchen im Kreise, so sieht man einen vollen hellen
Kreis, obgleich das Hölzchen in einem Moment nur auf eine Stelle
der Netzhaut sein Bild wirft.

490 Man kann sich vorstellen, dass die Netzhäute der beiden beweg-
lichen Augen die Lichtempfindung in ähnlicher Weise vermitteln,
wie die Haut der Handflächen und die Fingerspitzen der tastenden
Hände dem Blinden die Wahrnehmung der Körper mit ihren rauen,
glatten, warmen, Oberflächenteilen. Dadurch, dass die Netzhaut-
495 bilder umgekehrt sind, kann kein Irrtum entstehen, weil alles, auch
unser Leib, soweit wir denselben sehen, umgekehrt abgebildet wird.

Wie auf dem Schirme der Dunkelkammer erscheinen Ph. auch auf der Netzhaut nur die Punkte scharf abgebildet, welche sich in einer bestimmten Entfernung von der Linse befinden. Jedoch kann das Auge ebenso wie die Dun- 500
kelkammer nacheinander auf verschiedene Entfernungen eingestellt werden (Accommodation).

Man halte ein bedrucktes Blatt so weit, dass man die Buchstaben noch deutlich sieht, und zwischen das Auge und dieses Blatt einen mit einem weitmaschigen Gewebe aus dünnen Fäden (Tüll) über- 505
spannten Rahmen so nahe, dass man die Fäden eben noch deutlich sehen kann. Man sieht dann abwechselnd und erst nach merklicher Zwischenzeit bald die Buchstaben, bald die Fäden scharf.

Cramer und Helmholtz haben bewiesen, dass die Accommodation des Auges für die Nähe nicht auf einer Verschiebung, sondern 510
auf verstärkter Krümmung der Krystalllinse durch Muskelwirkung beruht.

Das Sehen mit einem Auge ist unvollkommen. Man schliesse ein Auge und versuche, ein Stäbchen durch einen horizontal vorgehaltenen Ring zu stecken. Man 515
wird oft vor, oft hinter dem Ringe vorbeifahren. Öffnet man das zweite Auge, so erkennt man deutlich die Entfernung des Ringes. Erst beide Augen zusammen stellen das vollständige Sehorgan dar.

Den Unterschied des Sehens mit einem und mit beiden Augen 520
lehrt ein Versuch, der schon dem Maler Leonardo da Vinci bekannt war. Man stelle eine abgestumpfte Pyramide vor sich auf den Tisch. Schliesst man das linke Auge, so sieht man mit dem rechten Auge die linke Seitenfläche verkürzt; schliesst man das rechte Auge, so sieht man mit dem linken die rechte Seitenfläche 525
verkürzt. Dieselbe Veränderung erfährt das Bild, wenn man den Körper mit einem Auge betrachtet und dann das Auge von rechts nach links verschiebt. Ein ruhig gehaltenes Auge ist oft darüber unsicher, ob die Pyramide erhaben oder hohl, oder überhaupt körperlich ist. Mit beiden Augen sieht man die Pyramide 530
körperlich.

50. EINFACHES MIKROSKOP.

Ph. Wenn ein Gegenstand wegen eines zu kleinen Gesichtswinkels nicht mehr deutlich gesehen werden kann, so lässt sich durch Annäherung desselben an das Auge der Gesichtswinkel zwar vergrößern, allein das Auge vermag auf zu nahe Gegenstände nicht

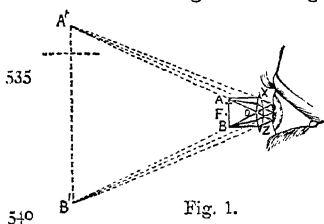


Fig. 1.

mehr zu accommodieren. Das Auge ist also für diesen Fall zu weitsichtig. Diesem Übelstande kann man abhelfen, indem man zwischen den Gegenstand und das Auge eine bikonvexe Linse bringt, innerhalb deren Brennweite das Objekt steht. Die von einem Punkte A ausgehenden Strahlen gelangen dann weniger divergent (wie von einem fernerem Punkte A') in das Auge, welches sie dann auf der Netzhaut zu sammeln vermag. Der Winkel AOB , unter welchem das Objekt AB wie sein virtuelles Bild $A'B'$ vom optischen Mittelpunkt O aus erscheint, ist derselbe und der Gesichtswinkel für das sehr nahe an der Linse befindliche Auge fast derselbe. Eine so wirkende Linse heisst ein einfaches Mikroskop oder eine Lupe.

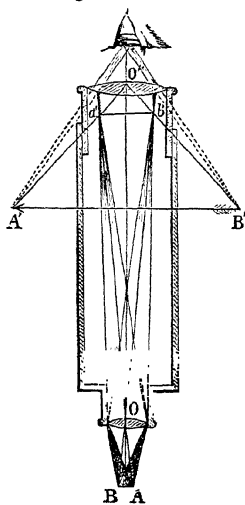


Fig. 2.

Bei Linsen von sehr kurzer Brennweite wird zwar eine Ph. starke Vergrößerung erzielt, aber die Bilder fallen 565 undeutlich aus. Braucht man eine stärkere Vergrößerung, so entwirft man von dem ausserhalb der Brennweite einer Linse O befindlichen Objekte BA ein reelles Bild $a'b'$ und betrachtet dieses wieder durch eine Lupe O' , durch welche das virtuelle Bild $A'B'$ entsteht. Eine solche Ver- 570 einigung von Linsen heisst ein zusammengesetztes Mikroskop. Will man starke Vergrößerungen erzielen, so nimmt man die Linsen O und O' von kurzer Brennweite.

51. DIE FARBENZERSTREUUNG.

In ein Sonnenlichtbündel, welches in das verdunkelte Zimmer dringt, schiebt man ein Prisma ein. Der Teil, 575 welcher auf das Prisma fällt, wird abgelenkt und zugleich in einen Farbenfächer verwandelt, welcher ein Spektrum genannt wird. In dem Spektrum folgen einander in allmählichem Übergange die Farben rot, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. 580

Hält man vor die Lichtöffnung ein tiefrotes oder blaues Glas, so nimmt der runde Fleck auf dem Schirme dieselbe Farbe an. Es verbleibt aber in dem Farbenfächer nur das weniger abgelenkte rote oder das mehr abgelenkte blaue Strahlenbündel. Da die Ablenkung von der 585 Brechung herrührt, so können wir sagen: Das rote Licht wird im Prisma weniger gebrochen als das blaue Licht.

Die Auflösung eines weissen Lichtbündels in einen Farbenfächer nennt man Farbenzerstreuung (Disper- 590 sion). Newton erklärte die Erscheinung durch die Annahme, dass das weisse Sonnenlicht aus verschiedenfarbigen Strahlen von verschiedener

ph Brechbarkeit besteht, welche im Prisma ungleich
595 abgelenkt werden, daher gesondert austreten und so
sichtbar werden.

52. ABSORPTION.

Betrachtet man einen Körper, der weisses Licht aussendet, durch ein farbiges Glas, so erscheint er farbig, weil ein Teil der Spektralfarben, die im weissen Lichte
600 enthalten sind, in dem Glase zurückgehalten oder absorbiert wird. Farblose durchsichtige Körper lassen dagegen alle Strahlen vom Rot bis zum Violett fast gleichmässig durch.

53. FARBE DER KÖRPER.

Ein nichtleuchtender Körper erzeugt seine Farbe nicht
605 selbst; er kann immer nur die Farben zurückstrahlen, welche in dem beleuchtenden Lichte schon enthalten sind. Die Farbe des auf sie fallenden Lichtes kann er im allgemeinen nur dadurch verändern, dass er davon Strahlen gewisser Farben absorbiert.

610 Die Farbe eines Körpers hängt nicht allein von den an seiner Oberfläche reflektierten Strahlen ab, sondern auch von denen, die nach ihrem Eintritt in das Innere zurückgeworfen werden, wobei die absorbierten Strahlen fehlen. Weil z. B. der Zinnober vorzugsweise rotes Licht durch-
615 lässt, so ist das aus seinem Innern zerstreut hervorkommende Licht rot.

An der Oberfläche wird weisses Licht in der Regel auch als weisses Licht reflektiert. Eine Ausnahme hiervon machen die Metalle und einige andere Körper. Die Spiegelbilder in einer
620 hellroten Siegelackstange, wenn man genügend schief gegen dieselbe sieht, sind farblos oder zeigen die Farbe der gespiegelten Gegenstände. In einem Goldspiegel hingegen erscheint alles gelb.

54. MAGNETISMUS.

Grundversuche. Erfahrung und Versuche. Natürliches Ph. Magneteisen (Fe_3O_4) zieht Eisen und Stahl bleibend an. Die Kraft wirkt auch durch andere Körper hindurch, durch dünnes Eisen nur 625 sehr schwach, durch dickes gar nicht. (Sie wird durch das Eisen abgelenkt.) Die Kraft lässt sich auf Stahl (durch Bestreichen oder längere Berührung) übertragen.

Begriffsbestimmung. Eisenstein oder Stahl, welche Eisen oder Stahl anziehen, heissen magnetisch.—Natur- 630 liche, künstliche Magnete: Stabform, Hufeisenform.

Versuche. (1.) Man lege einen Stabmagnet in Eisenfeilspäne; nach dem Herausnehmen haften die Späne an dem Stabe, besonders in der Nähe der Enden.—(2.) Man lege über einen Stabmagnet ein Stück Pappdeckel, streue darauf Eisenfeilspäne und klopfe leicht 635 mit dem Finger auf das Pappstück. Die Späne ordnen sich in Kurven. (Magnetische Kraftlinien.)

Gesetz. Die magnetische Anziehung eines Stabmagnetes äussert sich vorzugsweise in zwei Punkten, die nahe an den Enden liegen und Pole heissen; von da an nimmt 640 die Anziehung nach der Mitte hin ab. In der Mitte ist sie gleich Null. (Indifferenzzone.)

Begriffsbestimmung. Der Raum, innerhalb dessen ein Magnet auf andere Körper zu wirken vermag, heisst das magnetische Feld. 645

55. REIBUNGS-ELEKTRIZITÄT.

Versuche. (1.) Reibt man eine Stange von Hartgummi (Harz, Siegellack, Schwefel) mit Wolle oder einen Glasstab mit Seide (oder mit einem mit Amalgam bestrichenen Lederlappen), so erlangt der geriebene Körper die Eigenschaft, leichte Körper anzuziehen (z. B. eine an einem Leinenfaden aufgehängte Korkkugel oder eine ebenso 650 aufgehängte leere Eierschale—elektrisches Pendel).—(2.) Auch andere Körper erlangen diese Eigenschaft, wenn sie gerieben werden,

Ph. z. B. warmes Papier, wenn man es mit trockener, warmer Bürste reibt.

655 Gesetz und Begriffsbestimmung. Durch geeignetes Reiben geraten manche Körper in einen eigentümlichen Zustand, der sich dadurch bemerkbar macht, dass sie nun imstande sind, leichte Körper von beliebigem Stoffe anzuziehen. Dieser Zustand heisst der elektrische
660 Zustand. Von den Körpern, welche sich in ihm befinden, sagt man, sie haben eine elektrische Ladung (sind mit Elektrizität geladen) oder einfach, sie sind elektrisch. (Der Name stammt aus dem Griechischen: elektron = Bernstein, weil die Eigenschaft an diesem Stoffe zuerst
665 bemerkt wurde.) Die Körper in gewöhnlichem Zustande heissen unelektrisch.

Versuche. (3.) Man reibe eine Glasstange mit Seide oder eine Harzstange mit Wolle (Pelz) und hänge sie horizontal so auf, dass sie leicht drehbar ist. Nähert man dann einen unelektrischen
670 Körper, so dreht sich die Stange auf denselben zu.—(4.) Nähert man das nach Versuch 2 behandelte Papier der Wand, so verlässt es die Hand und klebt eine Weile an der Wand.

Gesetz. Die Anziehung zwischen einem elektrischen und einem unelektrischen Körper ist gegenseitig. Die
675 reicht hin, um auch schwere Körper in Bewegung zu setzen, wenn dieselben leicht drehbar aufgehängt sind.

Anmerkung. Der Anfänger ist darauf hinzuweisen, dass hier keine Gravitationserscheinungen vorliegen, sondern eine ganz neue Kraft auftritt.

680 Versuch. (5.) Hängt man eine geriebene Harzstange beweglich auf und nähert derselben eine andere geriebene Harzstange, so stoßen sich beide ab, nähert man dagegen eine geriebene Glasstange, so ziehen sie sich an. Wiederholt man den Versuch mit einer beweglich aufgehängten geriebenen Glasstange, so wird
685 dieselbe von einer anderen geriebenen Glasstange abgestossen, dagegen von einer geriebenen Harzstange angezogen. Man wiederhole den Versuch mit anderen geriebenen Körpern (Siegelack,

Bernstein, Papier u. s. w.) um zu zeigen, dass die Art der Elek. Ph. trizität nicht vom einzelnen Stoffe, seiner Form und Grösse abhängt.

Hypothese. Zur Erklärung der Erscheinungen kann 690 man annehmen, dass es zwei Arten von Elektrizität gibt, die man gewöhnlich als Glas- und Harz-elektrizität oder als positive und negative Elektrizität bezeichnet. In ihrem Verhalten sind diese beiden Elektrizitäten entgegengesetzt.

Gleichnamige Elektrizitäten stossen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. 695

Anmerkung. Durch Reiben wird Glas positiv elektrisch; negativ elektrisch werden Harz (Siegelack, Hartgummi, Bernstein), Schwefel, Papier. 700

Versuche. (6.) Hält man eine stark elektrische Glas- oder Harzstange einige Centimeter über Holundermark- oder Korkkugeln, welche auf dem Tische liegen, so springen dieselben nach der Stange hin, werden aber nach der Berührung wieder abgestossen.—(7.) Der Versuch kann dahin abgeändert werden, 705 dass man ein elektrisches Pendel benutzt, bei welchem das Kügelchen an einem Seidenfaden hängt.

Gesetz. Ein Körper wird elektrisch, wenn er mit einem elektrischen Körper in Berührung kommt, indem dieser alsdann einen Teil seiner Elektrizität abgibt. Da 710 der Körper hierdurch gleichnamig elektrisch wird, so wird er abgestossen.

CHEMIE.

56. PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE VERÄNDERUNGEN.

Ch. Erhitzt man ein Stück Eis, so schmilzt es und verwandelt sich in Wasser, welches bei weiterer Zufuhr von Wärme gasförmig wird und in Wassergas übergeht. Dasselbe lässt sich durch Abkühlung wieder in flüssiges
5 und dieses durch denselben Vorgang in festes Wasser zurückführen. Wir haben durch Schmelzen und Verdampfen, durch Verdichten und Gefrieren alle möglichen Eigenschaften des Wassers, Gestalt und Volumen, Farbe und Durchsichtigkeit, Festigkeit, Dichte und Aggregatzu-
10 stand geändert, aber der Stoff ist unverändert geblieben: Eis, Wasser und Wassergas bestehen aus demselben Stoff, aus Wasser.

Solche Veränderungen, bei denen nur die äusseren Eigenschaften eines Körpers verändert
15 werden, nennt man physikalisch.

Wirft man ein Stückchen Kalium, ein wachsweches, silberweisses Metall, auf Wasser, so schmilzt es und ballt sich zu einer Kugel zusammen, welche zischend auf der Oberfläche des Wassers umherfährt. Dabei entwickelt
20 sich ein Gas, welches sich von selbst entzündet und mit einer Flamme verbrennt, die durch die Dämpfe des Kaliums violett gefärbt ist. Nach kurzer Zeit ist das Kalium verschwunden, hat aber das Wasser, wie ein Versuch sofort zeigt, in merkwürdiger Weise verändert.

Dasselbe schmeckt jetzt laugenartig und färbt rotes Ch. Lackmuspapier blau. Das Kalium hat sich nämlich mit 26 den Bestandteilen des Wassers verbunden, die dadurch entstandene Verbindung, Ätzkalium genannt, findet sich im Wasser gelöst und besitzt die soeben angeführten Eigenschaften. Aus diesem neuen Körper lässt sich ohne 30 tiefeingreifende Prozesse das Kalium nicht wieder erhalten; durch den Versuch sind also nicht nur die physikalischen Eigenschaften des Metalls, sondern vor allem auch sein Stoff verändert worden.

Solche Veränderungen, bei denen der Stoff 35 eines Körpers geändert wird, nennt man chemisch.

Mit den chemischen Veränderungen der Körper beschäftigt sich die Chemie.

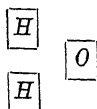
57. DAS WASSER.

Beim Erhitzen von Brunnenwasser beobachtet man 40 schon lange vor dem Sieden ein Aufperlen von Gasbläschen. Wird Brunnenwasser destilliert, so bleibt ein fester Rückstand (Kesselstein) in der Retorte, und das übergegangene Wasser hat einen faden Geschmack angenommen. Im Brunnenwasser sind hiernach Gase und 45 feste Körper gelöst enthalten; die ersteren stammen aus der Atmosphäre, die letzteren aus dem Boden. Diesen Beimengungen verdankt das Brunnenwasser seinen kräftigen, frischen Geschmack.

Durch Wasser, welches mit einigen Tropfen Schwefel- 50 säure angesäuert ist, wird mittels zweier Drähte, die in

Ch. Platinbleche enden, ein galvanischer Strom geleitet. Am bequemsten ist für diesen Versuch ein Hofmann'scher Apparat. In dem Augenblick, wo der Strom geschlossen wird, bemerkt man, wie an beiden Blechen farblose Gasblasen entstehen und aufsteigend das Wasser aus den mit Hähnen versehenen Röhren verdrängen. An der Eintrittsstelle des Stromes (Anode) bildet sich nur halb so viel Gas als an der Austrittsstelle (Kathode). Beim Öffnen der Hähne strömen die Gase aus. In dem in geringerer Menge abgeschiedenen Gase entflammt ein vorgehaltener glimmender Span; das andere Gas lässt sich mit einem brennenden Streichholz entzünden und brennt mit schwach leuchtender Flamme. Das erstere ist Sauerstoff, das zweite wird Wasserstoff (Hydrogenium) *H* genannt.

Das Wasser ist also kein Element, sondern ist aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt, und zwar in dem Verhältnis, dass auf einen Raumteil Sauerstoff immer zwei Raumteile Wasserstoff kommen. Bildlich drückt man die Zusammensetzung des Wassers so aus:



Die gleichen Quadrate bedeuten gleiche Raumteile (je 1 Liter) der Gase. Gewöhnlich lässt man die Quadrate weg und schreibt die Formel einfacher:



58. DIE LUFT.

100 Raumteile trockene Luft enthalten im Durchschnitt: Ch

78,40	Raumteile	Stickstoff	
20,94	„	Sauerstoff	
0,63	„	Argon	
0,03	„	Kohlensäure.	80

Als Begleiter des Argons, eines farblosen, in Wasser löslichen Gases, sind in der Luft noch Helium, Neon, Krypton und Xenon, allerdings in sehr geringen Mengen enthalten.

Der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt der Luft lassen sich 85 annähernd durch folgenden einfachen Versuch ermitteln:

In eine kalibrierte Glasröhre, in welcher eine bestimmte Menge Luft durch Quecksilber abgeschlossen ist, bringt man mittels eines Drahtes ein Stückchen Phosphor. Derselbe entzieht der Luft den Sauerstoff, mit dem er sich 90 zu Phosphordioxyd P_2O_5 verbindet; das Quecksilber steigt allmählich, bis der Sauerstoff verschwunden ist. Man liest dann den Stand des Quecksilbers an der Röhre ab, reduziert das beobachtete Volumen des Stickstoffs sowie das der ursprünglichen Luftmenge auf Normaldruck 95 und Normaltemperatur und findet, dass fast 21 Raumteile Sauerstoff für je 100 Raumteile Luft verschwunden sind.

Die Luft ist ein Gemisch und keine chemische Verbindung; wäre sie eine solche, so müsste das Gewichtsverhältnis ihrer Bestandteile überall dasselbe sein. Dies ist 100 nicht der Fall, denn die Luft, welche im Wasser gelöst ist, enthält 65,09 Raumteile Stickstoff und 34,91 Raumteile Sauerstoff.

1 L. Luft wiegt bei 0° und 760 mm Druck 1,293 g. Der Luftdruck wird durch eine Quecksilbersäule (Barometer) 105 gemessen, die am Meeresspiegel bei 0° C. im Durchschnit

Ch. 760 mm hoch ist, auf 1 qcm beträgt er also 76 . 13,56
gleich 1030,56 g (13,56 = spezifisches Gewicht des Queck-
silbers). Da der Luftdruck und damit auch die Queck-
110 silbersäule im Barometer mit der Höhe eines Ortes über
dem Meeresspiegel niedriger wird, so kann man diese
Abhängigkeit zu Höhenmessungen benutzen (Barometri-
sche Höhenmessung).

Die höchste Lufthöhe, 21,800 m, erreichte ein unbe-
115 mannter Registrierballon, während der bemannte Ballon
"Phönix" mit dem Meteorologen Berson im Jahre 1894
bis zu 9155 m aufstieg. In dieser Höhe herrschte eine
Temperatur von $-47,9^{\circ}$ C. und ein Luftdruck von 231
mm. Diese Höhe wurde noch übertroffen von Berson
120 und Süring im Jahre 1901, die mit einem 8400 cbm Gas
fassenden Ballon eine Höhe von 10 300 m erreichten
(Barometerstand 202 mm, Temperatur -40° C). Beide
Forscher wurden trotz der Sauerstoffatmung ohnmächtig,
so dass die Höhe von 10 000 m die Grenze im Luftmeer zu
125 bilden scheint, welche der Mensch ohne Lebensgefahr nicht
mehr überschreiten kann. Trotzdem ist der Mensch
imstande, einen noch niedrigeren Luftdruck zu ertragen.
So hielt Mosso in seiner pneumatischen Versuchskammer
in Turin einen Luftdruck von nur 192 mm aus, ein Druck,
130 welcher einer Höhe von 11 650 m über dem Meere
entspricht.

59. DAS WESEN DER FLAMME.

Jede Flamme besteht aus brennenden Gasen. Man
unterscheidet leuchtende und wenig leuchtende
Flammen. Das Leuchten wird in den meisten Fällen
135 durch einen festen Körper hervorgebracht, der in der
Flamme glüht. Bei den Leuchtgas-, Kerzen- und Lampen-

flammen glüht fester Kohlenstoff, der durch Zersetzung **Ch.** des Äthylens entstanden ist. Kühlt man eine solche Flamme durch eine Porzellanschale ab, so scheidet sich der Kohlenstoff als Russ daran ab. Bei dem Gasglühlicht von Auer wird ein zylindrischer Strumpf, der aus Ceroxyd Ce_2O_3 (2%) und Thoroxyd ThO_2 (98%) besteht, durch die Leuchtgasflamme zu heller Weissglut gebracht. Der Lichtglanz wird dabei allein durch das Ceroxyd hervorgebracht, während das Thoroxyd nur die Rolle eines Isolators spielt. Bei 50% Ersparnis an Leuchtgas gibt das Glasglühlicht etwa viermal so viel Licht wie ein gewöhnlicher Leuchtgasschnittbrenner. Man kann eine leuchtende Flamme leicht in eine wenig leuchtende durch stärkere Zufuhr von Sauerstoff verwandeln (Bunsen- Brenner).

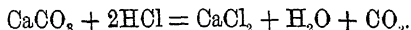
An einer Kerzen- oder Leuchtgasflamme lassen sich drei Abschnitte unterscheiden. 1. der dunkle Kern, der aus den aufsteigenden, unverbrannten Gasen gebildet wird, 2. der leuchtende Mantel, innerhalb dessen ein Teil der Gase verbrennt, der Kohlenstoff aber glüht, 3. der wenig leuchtende, schmale Saum, in dem infolge der reichlichen Sauerstoffzufuhr die vollständige Verbrennung der Gase und des Kohlenstoffs stattfindet. Dieser Teil ist daher auch am heissesten.

160

Zur Erzielung hoher Hitzegrade im kleinen dient das Lötrohr, an dessen Flamme zwei wesentliche Abschnitte, die Reduktions- und die Oxydationsflamme, unterschieden werden können. Einen zu reduzierenden Körper hält man in den leuchtenden Teil, in dem die glühenden Kohlenteilchen der Flamme sich mit dem Sauerstoff des Körpers verbinden, einen zu oxydierenden an die schwachblaue Spitze, in welcher der glühende Körper infolge der lebhaften Sauerstoffzufuhr oxydiert wird.

Ch. 60. KOHLENZWEIOXYD CO_2 , KOHLENSÄURE.

170 Darstellung. Durch Übergiessen von Kalkstein oder Marmor mit Salzsäure:



Eigenschaften. Farbloses Gas von schwach stechen-
dem Geruch und säuerlichem Geschmack; nicht brennbar,
175 die Verbrennung und Atmung nicht unterhaltend, wirkt
es je nach der Menge betäubend und erstickend. Wegen
seiner Schwere (Volumgewicht 1,53, wenn das der Luft = 1)
lässt es sich durch Verdrängen von Luft ansammeln und
auch aus einem Gefäss in ein anderes übergiessen.

180 Im Wasser ist es löslich, 1 Volumen löst bei 0° und 1
Atmosphäre Druck 1,79 Volumen des Gases auf; mit der
Temperaturerhöhung des Wassers nimmt aber die Ab-
sorptionsfähigkeit desselben für das Gas ab, so absorbiert
1 Vol. Wasser von 20° nur noch 0,901 Vol. Bei stärkerem
185 Druck dagegen sind die absorbierten Gewichtsmengen der
Kohlensäure proportional dem Druck; 1 L. Wasser nimmt
also unter dem Druck von 2, 3 und 4 Atm. dem Gewicht
nach 2, 3 und 4 mal so viel Kohlensäure auf als bei 1 Atm.
Druck.

190 Infolgedessen enthalten auch kohlensäurehaltige Mineral-
quellen, die, aus grosser Tiefe kommend, unter starkem
Druck zutage treten, mehr Kohlensäure, als den Absorp-
tionsverhältnissen für gegebene Temperaturen und nor-
malen Druck entspricht. Kommen solche mit Kohlen-
195 säure übersättigte Wasser an die Oberfläche, so entweicht,
da der Druck dann verringert ist, der Überschuss an
Kohlensäure unter der Erscheinung des sogenannten
Perlens. In derselben Weise verlieren die künstlich

bereiteten kohlensauren Wasser (Selterser- und Soda-Ch. wasser), sowie die moussierenden Getränke (Bier, Schaum- 200 wein) beim Öffnen der Gefässe ihre überschüssige Kohlensäure.

Durch Druck und Kälte lässt sich das Gas zu einer Flüssigkeit verdichten (bei 0° und 36 Atm. Druck). Die flüssige Kohlensäure wird jetzt im grossen durch 205 Verbrennen von Koks, Abkühlen durch Wasser und Komprimieren durch Pumpen oder durch Auffangen und Verdichten des aus Kohlensäure-Quellen entweichenden natürlichen Kohlensäuregases hergestellt und unter einem Druck von 50 Atmosphären in zylindrische schmiedeeiserne 210 oder Stahlflaschen von 8—15 kg. Inhalt gepresst, die durch hydraulische Pressen auf 250 Atmosphären Druck geprüft sind. 1 kg. flüssige Kohlensäure liefert bei 50° und mittlerem Druck 507 Liter gasförmige.

GEOLOGIE.

61. ÜBERSICHT DER MINERALIEN.

Ge. Die Mineralien bilden die Hauptmasse des Erdkörpers. Die ganze feste Erdrinde (Lithosphäre) ist aus solchen zusammengesetzt. Sie werden in sechs Klassen eingeteilt.

5 1. Klasse. Haloidsalze oder Verbindungen der sogenannten Halogene (Salzbildner) Chlor und Fluor mit leichten Metallen. Sie sind teils im Wasser löslich und haben dann einen salzigen Geschmack (Kochsalz, Sylvin u.s.w.); teils sind sie unlöslich (wie der Flussspat). Alle
10 krystallisieren tesseral.

2. Klasse. Sauerstoffsalze. Sie sind Mineralien von nicht metallischem Ansehen und sehr verschieden an Farbe, Härte und Gewicht. Es sind Verbindungen der Metalle mit sauerstoffhaltigen Säuren, besonders mit Kohlensäure,
15 Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure u. s. w.

3. Klasse. Elemente. Zu den in der Natur frei vorkommenden Grundstoffen gehören die gediegen vorkommenden Metalle und wenige Nichtmetalle (Metalloide), wie Kohlenstoff und Schwefel.

20 4. Klasse. Oxyde oder Verbindungen der Elemente mit Sauerstoff. Sie sind ohne metallisches Ansehen oder sehen wenigstens im Striche nicht metallisch aus. In Salpetersäure sind die Metalloxyde löslich, die Metalloidoxyde nicht.

5. Klasse. Sulfide sind Mineralien von teils metal-
lischem, teils nicht metallischem Ansehen, welche ausser 26
einem schweren Metalle Schwefel, Arsen oder Antimon
enthalten.

6. Klasse. Brenze sind brennbare Mineralien, welche
von Pflanzen herkommen und daher auch deren Bestand- 30
teile enthalten.

62. ÄUSSERE FORMEN DER MINERALIEN.

Die meisten Mineralien treten in der Form von Kry-
stallen auf.

Krystalle sind Mineralien, welche von Natur nach
bestimmten Gesetzen geometrisch begrenzt sind. Die 35
physikalischen Eigenschaften eines Minerals stehen mit
seiner Krystallgestalt in Zusammenhang.

Fehlt einem Mineral der gesetzmässige Aufbau sowohl
nach seiner äusseren Umgrenzung, als auch nach seinen
physikalischen Eigenschaften, so heisst es amorph. 40

Ein Krystall wird begrenzt von Flächen, Kanten und
Ecken.

Die Flächen sind Vielecke (Dreiecke, Vierecke, Fünfecke
u. s. w.). Kanten sind die Durchschnittslinien, in welchen sich
zwei benachbarte Flächen schneiden. Ecken sind die Punkte, in 45
welchen drei oder mehrere Kanten zusammenstossen. Den Nei-
gungswinkel zweier Flächen gegeneinander misst man durch den
Winkel, welchen zwei auf der Kante in einem ihrer Punkte errich-
tete Lote bilden.

Zur Messung der Neigungswinkel dient das Goniometer. Das 50
Anlegegoniometer besteht aus einem in Bogengrade eingeteilten
Halbkreise aus Metall, durch dessen Mittelpunkt zwei Lineale, ein
festes O und ein bewegliches X , gelegt sind. Man legt das feste

Ge. Lineal so an eine Fläche des zu untersuchenden Krystalles K an,
 55 dass der Teilkreis senkrecht auf der Kante steht, und dreht das bewegliche Lineal, bis es an der andern Fläche anliegt. Nun liest man den Scheitelwinkel des gesuchten Flächenwinkels ab.

63. WIRKUNGEN DES EISES.

Die Gipfel der Hochgebirge und das polare Festland sind mit ewigem Schnee bedeckt. Die Grenze, bis zu
 60 welcher der Schnee das ganze Jahr hindurch nie ganz verschwindet, die Schneegrenze, liegt in verschiedenen Zonen auch in verschiedener Höhe, in den Alpen etwa bei 2750 *m*. In Regionen über 4000 *m* bleibt der Schnee dort infolge der Kälte und Trockenheit der Luft unverändert
 65 liegen und müsste immer höher anwachsen, wenn die Massen nicht, der Schwere folgend, nach unten rückten.

In den Regionen unter 4000 *m* Höhe aber schmilzt der Schnee oberflächlich unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen; das entstehende Wasser durchsickert die tiefer liegenden
 70 Schichten und gefriert dann wieder; so entsteht durch abwechselndes Tauen und Wiedergefrieren eine mehr oder weniger feste, aus Körnern bestehende Masse, der Firn. Häuft dieser sich zu massenhaft an, dann stürzt er an
 75 steilen Abhängen in Form verheerender Lawinen herab; in nicht zu steilen Talmulden hingegen drängt er langsam abwärts, verwandelt sich unter dem fortdauernden Einfluss des Auftauens und Gefrierens und infolge des Druckes
 nach und nach in körniges Gletschereis und bildet die
 80 Gletscher. Diese fließen, einem Strome ähnlich, immer weiter im Tale abwärts (in den Alpen jährlich 60–120 *m*), bis sie unterhalb der Schneegrenze abschmelzen. Aus dem

Schmelzwasser entstehen die Gletscherbäche, deren Wasser anfangs trübe ist, weil es eine Menge feinen Sand und Schlamm mit sich führt (Gletscherschlamm, Gletscherkreide). 85

Bei ihrem Vorrücken ändern die Gletscher fortwährend ihre Form; beim Passieren von Talengen drängen sie sich zusammen, während sie sich in Talerweiterungen ausbreiten. Fließen sie über Unebenheiten des Bodens hinweg, so entstehen die Gletscherspalten, indem das Eis bald quer, bald der Länge nach aufreisst. Während des Vorrückens stürzen besonders an steilen Talwänden zahlreiche Felstrümmer auf die Ränder des Gletschers und bilden hier lange Steinwälle, die Seitenmoränen. Wo sich zwei aus verschiedenen Tälern kommende Gletscher vereinigen, entsteht aus den einander zugekehrten Seitenmoränen eine Mittelmoräne. Auch auf den Boden des Gletscherbettes gelangen durch die Spalten oder von der Seite her Gesteinstrümmer und werden, in das Eis eingeschmolzen, mit fortgeschoben, wobei sowohl das Gletscherbett als auch die Felsstücke selbst geglättet und parallel geritzt werden (Gletscherschliffe). So gräbt der Gletscher selbst sein Bett immer tiefer in die Felsen ein. Wenn Gletscher ihren Weg über sehr unebenen Boden nehmen, so verwandeln sie alle Erhöhungen in sanft gerundete Buckel (Rundhöcker). Das Vorhandensein von Rundhöckern verrät immer ehemaligen Gletscherboden, so in manchen Alpentälern. Da, wo der Gletscher abschmilzt und seinen Moränenschutt ablagert, entstehen gewaltige Schuttwälle, die Endmoränen, in denen alle Gesteinsarten des Gletschergebietes bunt durcheinander liegen. 95 100 105 110

64. DIE ERDBEEN.

Ge. Unter Erdbeben versteht man eine Erschütterung des Bodens, die durch einen in der Tiefe zu suchenden Stoss
115 hervorgebracht ist und sich wellenartig verbreitet. Erfolgt der Stoss senkrecht oder schräg von unten, so nennt man das Erdbeben stossend, erfolgt derselbe dagegen von der Seite, dann spricht man von einem wellenartigen Erdbeben. Zur Bestimmung von Art und Richtung des
120 Erdbebens dient der Seismograph (Erdbebenmesser).

Die Wirkungen der Erdbeben sind sehr verschieden. Erschütterungen des Bodens finden in allen Graden statt; oft werden sie nur mit Hilfe des Seismographen wahrgenommen, dann wieder sind sie so gewaltig, dass der
125 Boden gleich Meereswellen schwankt und selbst die festesten Bauwerke zusammenstürzen. Am gefährlichsten sind in dieser Beziehung die stossenden Erdbeben, wobei Häuser, Bäume und ganze Landstrecken emporgeschleudert werden, ähnlich wie im kleinen die Gefässe auf einem Tische, wenn
130 man von unten kräftig mit der Faust dagegen schlägt. So stürzten z. B. bei dem Erdbeben von Lissabon (1755) auf den ersten Stoss sämtliche Kirchen und etwa ein Drittel der Wohngebäude ein. Dabei vernimmt man einen unterirdischen Donner. Im Boden entstehen plötzlich
135 Risse und Spalten, die sich ebenso schnell wieder schliessen, Menschen und Tiere, Bäume und Häuser in ihrem Abgrund verschlingend. Allerlei Gase steigen auf, Wasser, Sand und Schlamm werden emporgeschleudert, Quellen versiegen, und an andern Orten entstehen neue. Dazu kommen oft heftige Gewitter und Stürme.
140

Besonders gefährlich sind die Erdbeben in Küstengegenden. Das Meer weicht infolge des Stosses zuerst von

der Küste zurück; bald darauf aber bricht eine Flutwelle Ge. mit entsetzlicher Gewalt herein und verwüstet, in Zwischenräumen öfters wiederkehrend, mehr als das Erdbeben 145 selbst. Solche Flutwellen verbreiten sich weithin. Bei dem Erdbeben von Peru (1868) waren sie selbst an den Küsten von Australien, Neu-Seeland und Japan noch fühlbar, während sie auf den Inseln im Grossen Ozean die schrecklichsten Verheerungen anrichteten. Bei dem Erd- 150 beben von Lissabon gingen 60 000 Menschen zugrunde theils infolge des Erdbebens selbst, theils infolge der hereinbrechenden Flutwellen.

Unterseeische Erdbeben nennt man Seebeben. Die Schiffe auf dem Meere erhalten einen heftigen Stoss, 155 während die Wassermasse selbst nur leicht erzittert.

65. DIE FESTE ERDRINDE.

Aus der Untersuchung der in den Gesteinsschichten eingeschlossenen organischen Reste und dem Vergleich derselben einerseits mit denen der darunter und der darüber gelagerten, andererseits mit solchen ähnlicher 160 Art in anderen Gegenden und Ländern haben sich folgende nicht nur für die relative Altersbestimmung, sondern auch für die ganze Bildung der festen Erdrinde wichtigen Sätze ergeben:

1. Je tiefer wir in die Erde eindringen, desto mehr 165 nimmt im allgemeinen nicht nur die Zahl der Versteinerungen ab, sondern desto weiter entfernen sich auch dieselben in ihrer ganzen Organisation von den jetzt lebenden Pflanzen und Tieren, und zwar werden sie immer unvollkommener und umgekehrt.

Ge. 2. Je näher zwei verschiedene Schichtensysteme in ihrer Lagerung und in ihrer Gesteinsbeschaffenheit einander stehen oder verwandt sind, desto mehr stimmen sie auch in ihren Versteinerungen überein, und dies gilt auch für die 175 Fälle, wo sie ganz verschiedenen Gegenden oder Ländern angehören.

3. Die Übergänge zwischen den Versteinerungen der aufeinander folgenden Schichtensysteme erfolgen stets in dem Sinne, dass die älteren allmählich zurücktreten und 180 durch andere ersetzt werden, bis jene ganz verschwunden sind. Jede Tier- oder Pflanzenart hat also nur eine gewisse Zeit hindurch existiert und ist dann ausgestorben in ihrer Gesellschaft lebten andere, die dasselbe Schicksal hatten.

185 4. Je enger umgrenzt das Schichtensystem, in dem eine bestimmte Versteinerung eingeschlossen ist, desto mehr ist dieselbe geeignet, als Erkennungsmittel gerade dieses Schichtensystems zu dienen, wo immer es sich finden mag. In diesem Sinne bezeichnet man gewisse Versteinerungen 190 als Leitfossilien. Sie spielen in der Geognosie eine ähnliche Rolle, wie in der Altertumskunde Münzen, Waffen, Geräte, Schmuck, die, in einem Grabe gefunden, einen Schluss gestatten auf die Zeit, in welcher der dort Bestattete gelebt hat.

66. ORGANISCHE ÜBERRESTE DER PALÄOZOISCHEN PERIODE.

195 Von einigen Meeresalgen (Fukoiden) abgesehen, beschränken sich die Versteinerungen der untersten (kambrischen) Schichten auf dürftige Überreste von Meeres-
tieren. Davon machen nur gewisse Krustentiere, die Trilobiten, eine Ausnahme, insofern sie alsbald in 200 mehreren Gattungen und zahlreichen Arten auftreten und

im Silur den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen. Ge.
Im Devon nehmen sie bereits ab und sterben in der
Steinkohlenzeit aus.

Eine noch kürzere Dauer als die Trilobiten zeigen
gewisse Pflanzentiere, die für den unteren und middle- 205
ren Silur besonders charakteristischen Graptolithen
sie sterben im oberen Silur bereits aus.

Steinkorallen d. i. Pflanzentiere, welche ein kalkiges
Skelett absondern, finden sich bereits in der silurischen
Formation in grosser Zahl und setzen schon hier mächtige 210
Kalksteinriffe zusammen, wie in allen folgenden Forma-
tionen, soweit sie Meeresbildungen sind. Unter den
devonischen Formen erinnert *Calceola* durch den Deckel,
der die pantoffelförmige Schale schliesst, an die Brachio-
poden, zu denen sie früher auch gerechnet wurde. 215

Zu den ältesten Tiergeschlechtern und wegen ihrer
weiten Verbreitung wichtigsten Leitfossilien gehören die
muschelähnlichen Brachiopoden (Armfüsser). Sie tre-
ten vereinzelt schon in den kambrischen Schichten, in
immer wachsender Zahl im Silur, ebenso häufig auch noch 220
im Devon auf, um dann abzunehmen.

Auch echte Weichtiere oder Mollusken treten verein-
zelt bereits in den ältesten paläozoischen Ablagerungen
auf, insbesondere Kopffüssler oder Cephalopoden, mit
gekammertem meist geradgestrecktem (*Orthóceras*) oder 225
wenig gekrümmtem Gehäuse (*Cyrtóceras*). Erst im
Devon treten auch Arten mit schneckenförmig gekrümm-
tem Gehäuse (*Goniatites*, *Clymēnia*) auf, ähnlich den
noch jetzt lebenden Nautilen. Schnecken und Muscheln
beginnen später, nehmen aber im Devon rasch an Arten 230
zu, noch mehr im Kohlenkalk und Kulm. Von den
Muscheln treten auch in der Dyas noch neue Gattungen
hinzu.

Ge. Insekten und Spinnen treten vereinzelt in der
235 Steinkohlenzeit zum erstenmal auf, desgleichen die
ersten luftatmenden Wirbeltiere, geschwänzte Amphibien
(*Archegosaurus* etc.).

Fische zeigen sich schon früher, im Silur; doch hat
sich, da sie Knorpelfische waren, von ihnen nur dann
240 etwas erhalten, wenn sie mit einem Knochenpanzer ver-
sehen waren. Eine weitere, zum Teil höchst seltsame
Entwicklung nehmen sie erst im Devon und in den jünge-
ren paläozoischen Schichten.

Landpflanzen erscheinen in geringer Zahl schon in
245 der devonischen Zeit und zwar fast ausschliesslich Gefäss-
kryptogamen; diese nehmen eine reichere und immer
reichere Entwicklung in der Steinkohlenzeit und haben
hier das Material zur Bildung der Steinkohlen geliefert,
die als ihre verkohlten Überreste anzusehen sind. Die
250 unseren Schachtelhalmen nahe verwandten Kalamiten,
ferner Farne, namentlich baumförmige, und die unseren
Bärlappen verwandten, aber zum Teil riesige Bäume bil-
denden Sigillarien (Siegelbäume) und Lepidodendren
(Schuppenbäume) waren die verbreitetsten Pflanzenge-
255 schlechter. Nadelhölzer (*Walchia*) treten in grösserer
Zahl erst in der permischen Formation auf.

BOTANIK.

67. DAS PFLANZENGEWEBE.

Bleiben die durch Teilung neugebildeten Zellen miteinander in Zusammenhang, so entsteht ein Zellgewebe. Nach der Form der Zellen, sowie nach der Art und Weise ihrer Verbindung unterscheidet man die Gewebe in Parenchym und Prosenchym. 5

(a) Das Parenchym oder Füllgewebe besteht aus dünnwandigen, kugelförmigen, polyedrischen, prismatischen oder sternförmigen Zellen, die nach allen Richtungen ungefähr gleich entwickelt sind und in den Ecken, wo mehrere zusammenstossen, Zwischenräume (Interzellularräume) zwischen sich lassen und so ein Netz von Röhren herstellen, das für die Atmung der Pflanze von grosser Bedeutung ist (siehe Hautgewebe). Die Interzellulargänge enthalten meist nur Luft und heissen dann Luftgänge; bisweilen werden aber auch Öle, 15 Harze u. dgl. in ihnen abgelagert. Das Füllgewebe kommt besonders in der Mittelschicht der Blätter, im Marke der Stengel sowie in jungen, saftigen Pflanzenteilen vor.

(b) Das Prosenchym oder Fasergewebe weist 20 dickwandige, langgestreckte und an den Enden zugespitzte Zellen auf, welche eng aneinanderliegen und ineinandergreifen, daher auch keine Zwischenzellräume frei lassen.

80. Dieses Gewebe setzt den biegsamen, zähen Bast des
25 Hanfes, Flachses und vieler Bäume sowie das mehr spröde
und harte Holz zusammen.

Nach der Bedeutung der Gewebe für die Pflanze
gibt es:

(a) Teilungs- oder Bildungsgewebe (Meristem).

30 Es besteht aus dünnwandigen, saft- und protoplas-
mareichen Zellen, die sich vielfach teilen. Alles
Wachstum geht von ihm aus. Es findet sich an
den Spitzen der Äste und Wurzeln (Vegetationspunkt)
als Urmeristem, aus dem nach und nach alle übrigen
35 Gewebearten hervorgehen; ferner in Form langgestreckter
Zellen, welche zwischen Rinde und Holz einen Zylinder
bilden (Kambiumschicht).

(b) Das Dauergewebe besteht aus dickwandigen
Zellen, deren Protoplasma verbraucht ist und die sich
40 deshalb nicht weiter teilen (tote Zellen). Sie dienen zum
Schutze und zur Stütze anderer Pflanzenteile (Holz,
Kork).

Die genannten Gewebearten vereinigen sich zu Gewebe-
systemen. Das sind Gruppen verschiedener Gewebe,
45 die zu bestimmten Arbeiten zusammentreten und eine
bestimmte Lage an oder in der Pflanze einnehmen.
Hierher gehören die Systeme des Haut-, Strang- und
Grundgewebes. Danach unterscheidet man:

68. HAUTGEWEBE.

Das Hautgewebe überzieht als eine zusammenhängende
50 Schicht alle Organe der höheren Pflanzen und besteht
entweder aus einer einzigen Zellschicht und heisst dann
Oberhaut oder Epidermis oder aus mehreren

Zellschichten, von denen die untersten als Rinde oder Bo. Hypoderm bezeichnet werden.

1. Die Oberhaut besteht aus tafelförmigen, chloro- 55
phyllfreien Zellen mit gerader oder wellenförmiger
Begrenzung, die entweder lückenlos aneinanderschliessen
oder zwischen sich hie und da Öffnungen, die sogenannten
Spaltöffnungen, lassen. Die Spaltöffnungen werden
meist von 2 bohnenförmigen Zellen, den chlorophyll- 60
haltigen Schliesszellen, gebildet. Sind dieselben
reichlich mit Flüssigkeit erfüllt, so weichen sie auseinander
und öffnen den Zugang zu der darunter liegenden Atem-
höhle; nimmt aber der Wassergehalt ab, so schliessen sie
die Öffnung. 65

Die Spaltöffnungen finden sich vorwiegend auf der Unterseite
der Blätter, wo sie vor Regen und Staub am besten geschützt sind;
bei schwimmenden Blättern befinden sie sich an der Oberseite.

Zu den Gebilden der Oberhaut gehören auch die
Haare, Borsten und Stacheln. 70

Die Haare sind bald ein-, bald mehrzellige Verlängerungen von
Zellen der Oberhaut oder des darunter liegenden Gewebes. Knopf-
förmig an der Spitze verdickte Haare, welche klebrige Säfte absondern,
heissen Drüsenhaare. Besonders merkwürdig sind die Brenn-
haare der Nesseln. Sie bestehen aus einer langen, flaschenförmigen 75
Zelle mit spröder, hakenförmiger Spitze, die bei der Berührung
leicht abbricht, worauf die Zelle ihren Inhalt (Ameisensäure) in
die Wunde ergiesst; sie werden von einem durch Oberhautzellen
gebildeten Säulchen getragen. Borsten sind dicke, vielzellige
Haare. Die Stacheln (Rose, Brombeere) sind verholzte Zellen, 80
die nur mit der Oberhaut in Verbindung stehen, während die
Dornen verkümmerte Zweige darstellen und mit dem Holze
zusammenhängen.

2. Die Rinde besteht gewöhnlich aus 2 Schichten; die
äussere ist der Kork, ein schwammiges, für Wasser fast 85
undurchdringliches Gewebe (Platane, Korkeiche, Birke);
die innere Schicht ist saftreich und bildet durch Teilung

Bo. ihrer Zellen nach aussen Kork. Diese Korkbildung erfolgt in verschiedener Tiefe der lebenden Rinde, oft
90 sogar im Baste, und so sind zwischen den Korkplatten Rindenlagen oder Bastlagen eingeschlossen, welche mit jenen zusammen die Borke bilden.

69. STRANGGEWEBE.

Das Stranggewebe ist am verbreitetsten in den Gefässbündeln, welche die Pflanzen in Gestalt von
95 Fäden (Blattnerven) oder dicken Strängen (in den Stengeln krautartiger Pflanzen) oder von mächtigen Säulen (im Holzkörper der Bäume) durchziehen. Jedes Gefässbündel besteht aus einem Holzteil und einem Bastteil, oft noch aus der dazwischen liegenden Kam-
100 biumschicht. Fehlt das Kambium, so heissen die Gefässbündel geschlossen (Monokotylen), ist es vorhanden, offen (Dikotylen, Koniferen).

Die Gefässe entstehen aus aneinandergereihten Zellen durch Auflösung der Zwischenwände. Man unter-
105 scheidet Ring-, Spiral-, Treppen-, Netz- und punktierte Gefässe.

Der Holzteil des Gefässbündels besteht aus: 1. Holzzellen, prosenchymatischen, stark verdickten, Luft oder Wasser enthaltenden Zellen; 2. Holzgefässen,
110 Gefässen mit verdickten Wänden, die mit Luft oder Wasser gefüllt sind; 3. Holzparenchym, parenchymatischen Zellen mit dünneren Wänden und mit einem Inhalt von Stärke, Gerbsäure oder auch Chlorophyll.

Der Bastteil besteht aus: 1. Bastzellen, langge-
115 streckten, meist sehr dickwandigen, zähe und geschmeidig bleibenden Zellen; 2. Bastgefässen oder Siebröhren, d. h. dünnwandigen, Protoplasma und Stärke enthaltenden

Gefässen mit siebartig durchlöcherten Scheidewänden; Bo.
3. Bastparenchym, welches dem Holzparenchym ent-
spricht. 120

Der Holzteil ist vornehmlich zum Wassertransport in der Pflanze bestimmt; der Bast führt die eiweisshaltigen Stoffe in die einzelnen Organe der Pflanze.

Die Zellen des Kambiums sind saftreich und während des ganzen Sommers in beständiger Teilung begriffen. Sie bilden daher 125 nach innen immer neues Holz, nach aussen neuen Bast. Die Folge hiervon ist ein beständiges Dickenwachstum der Pflanzen mit offenen Gefässbündeln.

Die Anordnung der Gefässbündel lässt sich am leichtesten erkennen, wenn man einen Stengel oder Stamm quer 130 durchschneidet. Man beobachtet dann, wie bei den Monokotylen die Gefässbündel zerstreut im Grundgewebe liegen, während sie bei den Dikotylen und Koniferen zu einem Kreise geordnet sind. Da nun die Gefässbündel letzterer Pflanzen offen sind und folglich in die Dicke 135 wachsen, so schliesst sich ihr Kambium bald zu einem hohlen Zylinder zusammen, der nach aussen neue Lagen von Bast, nach innen neue Holzschichten bildet. Da die Teilung des Kambiums im Frühjahr lebhafter ist als im Herbst und im Winter ganz ruht, so entstehen Zylinder 140 von bald weicherem, grosszelligem, bald dichterem, kleinzelligem Holze, die auf dem Querschnitte als Jahresringe hervortreten.

70. GRUNDGEWEBE.

Das Grundgewebe füllt die Lücken zwischen dem Haut- und Stranggewebe aus. Bei vielen Pflanzen (Farnen, 145 Stämmen vieler Monokotylen) ist das Grundgewebe der Hauptbestandteil der betreffenden Organe. Bei den Dikotylen aber wird es durch die Gefässbündel, besonders

Bo. deren Holzteil, mehr und mehr verdrängt und findet
150 sich dann nur noch im Innern als Mark, in der Peripherie als Rinde und zwischen den einzelnen Gefäßbündeln als Markstrahlen. Letztere stehen in jungen Achsengebilden und im Innern jüngerer Baumstämme mit dem Marke selbst in Verbindung. Bei langdauerndem
155 Wachstum aber bilden sich in den späteren Holz- und Bastlagen neue (sekundäre) Strahlen, die nicht mit dem Marke in Verbindung stehen. Das Grundgewebe besteht meist aus dünnwandigen, protoplasmareichen Zellen, wie in den Blättern und fleischigen Früchten, bisweilen aber
160 auch aus dickwandigen, prosenchymatischen Zellen, wie in den Blättern der Nadelhölzer (Sklerenchym d. i. hartes, hornartiges Gewebe), oder unter den Kanten vieler Stengel und Blattstiele (Kollenchym d. i. im Wasser aufquellendes Leimgewebe).

71. DER PFLANZENSAME.

165 Am Samen unterscheidet man die Samenhülle und den Samenkern. Letzterer besteht bei vielen Pflanzen (Bohnen, Mandeln, Walnüssen) allein aus dem Keimling (Embryo); bei andern (Getreidekörnern, Kokusnuss, Steinnuss) auch noch aus dem sogenannten, bald mehl-
170 artigen, bald schleimigen, bald aber auch hornartigen bis knochenharten Eiweiss.

• Der Hauptbestandteil eines jeden reifen Samens ist der Keimling; derselbe ist seiner Anlage nach schon ein junges Pflänzchen, aus dem sich unter günstigen Umständen (bei genügender Wärme und hinreichendem
175 Wasser- und Luftzutritt) eine neue Pflanze derselben Art entwickelt. Man erkennt am Keimling schon deutlich ein

Stengelchen und eine Wurzelanlage sowie ein oder Bo.
mehrere Blätter, welche man Keimblätter oder
Samenlappen (Kotyledonen) nennt. Alle diese Teile 180
sind besonders an grösseren, eiweisslosen Samen sehr
leicht zu sehen; am bequemsten werden sie beim Keimen
der Pflanzen selbst an den sogenannten Keimpflänzchen
beobachtet. Pflanzen, deren Samen zugleich mit mehl-
oder hornartigem Eiweiss erfüllt sind, haben gewöhnlich 185
einen sehr kleinen Keimling, der in dem Eiweiss
eingebettet ist.

Auf die Anzahl der Keimblätter gründet sich die
Einteilung der Samenpflanzen in ein- und zweikeim-
blättrige (Spitz- und Blattkeimer, Monokotylen 190
und Dikotylen).

72. BEDEUTUNG, FORM UND GRÖSSE DER ZELLEN.

Die Pflanzen bestehen, äusserlich betrachtet, aus Or-
ganen (Wurzel, Stengel, Blatt, Blüte, Frucht), von denen
jedem bestimmte Verrichtungen obliegen. Dieselben
erscheinen dem blossen Auge als einfache Gebilde; 195
betrachtet man aber z. B. ein Blättchen der Wasserpest
oder den dünnen Schnitt irgend eines andern Pflanzen-
teiles unter dem Mikroskope, so gewahrt man, dass sie
aus lauter rundlichen oder länglichen Zellen mit einem
eigentümlichen, bald gefärbten, bald farblosen Inhalt 200
zusammengesetzt sind. Alle Pflanzen, vom grössten
Baume bis zum mikroskopischen Pflänzchen hinab, sind
aus Zellen zusammengesetzt; die Zellen sind also die
Bausteine oder Elementarorgane der Pflanzen.
Man beobachtet sowohl an einzelligen Pflanzen wie an den 205
in grösseren Verbänden stehenden Zellen, dass sie wachsen,

Bo. Nahrung aufnehmen und sich vermehren, d. h. dass sie leben; die Zellen sind somit als die eigentlichen Träger des Lebens der Pflanzen anzusehen.

210 Die Form der Zellen ist sehr verschieden. Frei lebende Zellen sind in ihrer Jugend meist kugelförmig. Durch ungleichförmiges Wachstum werden sie aber prismatisch, spindelförmig, fadenförmig, tafelförmig, sternförmig oder ästig; durch gegenseitigen Druck erhalten sie eine
215 polyedrische Gestalt.

Die Zellen der meisten Pflanzen sind sehr klein und daher erst bei stärkerer Vergrößerung unter dem Mikroskop wahrnehmbar. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 0,01—0,1 mm.

73. PRODUKTE DER TÄTIGKEIT DES PROTOPLASMAS.

220 Im Protoplasma findet sich eine Reihe von mehr oder minder wesentlichen Stoffen eingebettet, welche als Produkte des Protoplasmas anzusehen sind. Hierher gehört vor allem:

Das Chlorophyll (Blattgrün), der Farbstoff, welchem
225 alle grünen Pflanzenteile ihre Farbe verdanken. Es ist nicht im Zellsaft gelöst, sondern stets an bestimmt geformte Protoplasamassen gebunden, welche Chlorophyllkörner heissen. Den Chlorophyllkörnern lässt sich der grüne Farbstoff durch Äther und Alkohol entziehen.

230 Für die Pflanzen ist das Chlorophyll von grosser Bedeutung, weil sie nur mittels des Chlorophylls unter Mitwirkung von Licht anorganische Nahrung (Nährstoffe) in organische Stoffe (Baustoffe) umwandeln (assimilieren) können. Pflanzen ohne Chlorophyll (Pilze, Flachsseide
235 u. a.) sind daher auf schon assimilierte oder organische

Nahrung angewiesen und entnehmen dieselbe entweder Bo.
andern Pflanzen (Parasiten) oder solchem Boden, welcher
verwesende organische Stoffe enthält (Humus- oder
Fäulnisbewohner).

Zu den vom Protoplasma mit Hilfe des Chlorophylls 240
gebildeten Körpern gehört vor allem die Stärke (das
Stärkemehl). Sie besteht aus Körnern von verschiedener
Gestalt (eirund: Kartoffel; linsenförmig: Weizen, Rog-
gen; polyedrisch: Mais), welche einen geschichteten Bau
zeigen, indem sich um einen wasserreichen Kern eine 245
wasserärmere Schicht, um diese wieder eine wasserreiche
lagert u. s. f. Die Stärke findet sich ursprünglich in den
Chlorophyllkörnern, wird aber später in den zum Über-
wintern geeigneten Pflanzenteilen, z. B. in den Knollen
der Kartoffeln, den Samen der Getreidearten und Hülsen- 250
früchte, dem Marke der Sagopalme, aufgespeichert.

Beim Gelbwerden der Blätter löst sich die Stärke zu
Zucker auf, der dann (mit Hilfe der Diosmose) in
entferntere Pflanzenteile wandert und entweder als
Zucker (Runkelrübe) aufgespeichert wird, oder, in 255
Stärke zurückverwandelt, sich in den Knollen der
Kartoffeln u. s. w. vorfindet. Von diesen Magazinen aus
wird sie im nächsten Frühjahr beim Keimen der Pflanzen
wieder gelöst und nun als Baustoff für die neue Pflanze
verwendet.

260

Öltropfen, welche besonders in vielen Samen (Raps
Lein, Walnuss u. s. w.) vorkommen, haben die gleiche
Bestimmung wie die Stärke.

Der Zellsaft ist das das Protoplasma durchtränkende
und neben ihm gesondert in Vakuolen vorhandene 265
Wasser, welches zahlreiche Stoffe gelöst enthalten kann.
Er dient vorwiegend als Lösungsmittel und infolge
dessens als Transportmittel der Baustoffe; auch

30. nimmt er durch seine Bestandteile (Wasserstoff und
270 Sauerstoff) an der Bildung der Kohlehydrate (Stärke,
Zucker) Anteil.

74. DER WALNUSSEBAUM.

Der Walnussbaum (*Juglans régia*) ist ein grosser,
stattlicher Baum mit hellgrauer, im Alter tief rissiger
Rinde, einer weit ausgebreiteten Krone und dicken
275 Zweigen. Die Blätter sind sehr gross, unpaarig gefiedert;
sie haben im frischen Zustande einen eigentümlichen
Geruch. Die Blüten sind einhäusig und entfalten sich
unmittelbar vor den Blättern; die Staubblattblüten in
seitlichen, dicken, grünlichen Kätzchen, die später
280 schwärzlich werden und bald abfallen; die Stempelblüten
meist nur zu 2—3 auf den Gipfeln der Zweige. Die
sitzende Steinfrucht ist fast kugelförmig; die äussere,
fleischige Hülle ist grün, später schwärzlich und lässt sich
im reifen Zustande leicht von der zweiklappigen, runden
285 Steinschale ablösen.

75. VEILCHENGEWÄCHSE (*Violaceae*).

Das wohlriechende Veilchen oder Märzveilchen
(*Viola odorata*) ist eine ausdauernde Pflanze, deren schiefer
Bodenstock im Frühling an seinem Scheitel ein Büschel
Blätter entwickelt. Die Blätter sind langgestielt, herz-
290 förmig, kerbig und haben schmale, bleiche Nebenblätter.
Junge Blätter sind tütenförmig zusammengerollt; dadurch
sind sie vor dem Welkwerden (Wasserabgabe) geschützt.
Die wohlriechenden Frühlingsblüten stehen einzeln auf
ziemlich langen, in der Mitte mit 2 kleinen, lanzettlichen
295 Vorblättern versehenen Blütenstielen und haben einen
fünfblättrigen Kelch und eine fünfblättrige, einfach sym-
metrische Krone von dunkelvioletter, seltener weisser

Farbe; eins der Kronenblätter ist gespornt. Die 5 kurzen Bo. Staubgefäße bilden eine Röhre, die den Stempel umgibt; 2 derselben haben je einen Honigsporn, der in den Sporn ³⁰⁰ der Krone hineinragt. Die Staubbeutel sind mit häutigen Anhängseln versehen. Vom Juni ab findet man an den Veilchenstöcken an fadenförmigen Stielen die kleinen, nie geöffneten Sommerblüten, in denen sich die Frucht in der Gestalt einer dreiklappigen Kapsel entwickelt. Die ³⁰⁵ glatten Samen werden von der aufspringenden Frucht fortgeschleudert. Die Frühlingsblüten setzen selten Früchte an.

76. DIE BIERHEFE.

Die Bierhefe (*Saccharomýces cerevisiae*) ist ein einzelliger Pilz. Die ovalen oder kugelförmigen Zellen haben höchstens eine Länge von 0,01 mm. Befinden sie sich in ³¹⁰ geeigneten (Zucker, Eiweiß und gewisse Salze enthaltenden) Lösungen, so entstehen an beliebigen Stellen Ausstülpungen, die nach und nach Form und Grösse der Mutterzellen annehmen und dann durch eine Scheidewand von ihr getrennt werden. Dieser als Sprossung be- ³¹⁵ zeichnete Vorgang wiederholt sich nun an beiden Zellen, und es entsteht auf diese Weise eine Sprosskolonie. Bald lösen sich aber die einzelnen Glieder derselben voneinander und bilden selbständige Kolonien. Ist jedoch Mangel an Nährstoff und hat die Luft genügenden Zutritt, ³²⁰ dann ballt sich der Inhalt einer Zelle zu 2—4 Kugeln zusammen, von denen sich jede mit einer festen Haut umgibt. Derartige Brutzellen behalten ihre Keimkraft mehrere Monate, während gewöhnliche Hefe dieselbe schon nach 14 Tagen verliert. Während die Hefe in zuckerhaltigen Flüssig- ³²⁵ keiten bei Zutritt des Sauerstoffes sich rasch vermehrt,

Bo. ruft sie bei Mangel an Sauerstoff in den genannten Flüssigkeiten die Alkohol-Gärung hervor, d. h. sie zersetzt dieselben in Alkohol und Kohlensäure. Daher
 330 ihre Anwendung in Brauereien und Brennereien. Geht die Gärung bei 5—7° C. langsam vor sich, so setzt sich die Hefe zu Boden (untergärige Lager- und bayrische Biere); ist sie aber stürmisch (bis 15° C.), dann reisst die entweichende Kohlensäure die Hefe mit an die Oberfläche
 335 (obergärige Biere).

77. DIE SPALTPILZE ODER BAKTERIEN (SCHIZOMYCÉTES).

Diese stehen an der Grenze der Sichtbarkeit, sind sämtlich nur unter dem Mikroskope, grösstenteils nur mit den stärksten Vergrösserungen zu erkennen, also die kleinsten Pflanzen und Organismen überhaupt, dabei wohl niemals
 340 einzeln, sondern meist in ungeheuren Schwärmen anzutreffen und zwar zunächst in allen faulenden Flüssigkeiten, die sie trüben und an deren Oberfläche sie ein zusammenhängendes Häutchen zu bilden pflegen; sie finden sich auch in faulenden festen Körpern (Fleisch, Eiern, Leichen,
 345 Exkrementen), ferner im Sauerkraut, in sauerwerdender Milch, in umschlagendem Bier und allen sich in Essig verwandelnden Flüssigkeiten, ferner im Innern des menschlichen Körpers, teils regelmässig, z. B. in den kranken Zähnen, teils bei gewissen ansteckenden Krankheiten,
 350 endlich bei gewissen auffallenden Farbenveränderungen, wie der Erscheinung von scheinbarem Blut im Brote oder in der Milch u. a.

Es hat sich nun herausgestellt, dass Spaltpilze nicht eine begleitende Erscheinung, sondern überall die Ursache
 355 der Zersetzungsprozesse sind, mit denen sie in engster

Verbindung stehen, dass keine Fäulnis stattfindet, wenn Bo. den überall in der Luft schwebenden Keimen gewisser Spaltpilze, insbesondere von *Bactérium termo*, der Zugang gänzlich versperrt ist, vorausgesetzt, dass sie nicht schon vorhanden waren, dass ebenso ohne *Bac- 360*
terium acéti keine Essiggärung, d. h. keine Umwandlung von Alkohol in Essigsäure, ohne *B. ácidí láctici* keine Milchsäuregärung bezw. Herstellung des Sauerkrauts möglich ist. Ebenso ist massenhafte Entwicklung von *Bacillus ánthracis* im Blute der Rinder sicher als die 365
 Ursache des Milzbrandes erkannt worden, und auch von vielen anderen ansteckenden Krankheiten, wie Diphtheritis, Blattern, Typhus, Starrkrampf, Lungenschwindsucht und Cholera nimmt man jetzt an, dass sie durch Übertragung von Keimen bestimmter Spaltpilze und 370
 Überhandnehmen derselben, sei es im Blute oder in anderen Säften des Körpers, verursacht werden. Es sind aber nicht die Spaltpilze selbst, welche die Erkrankung bewirken, sondern gewisse von ihnen erzeugte Giftstoffe (*Toxine*).

375

77a. DIE LEBERMOOSE UND DIE LAUBMOOSE.

Die Moospflanzen umfassen die beiden Klassen der Lebermoose und der Laubmoose. Sie unterscheiden sich von den Thallophyten zunächst durch den charakteristischen Bau ihrer Geschlechtsorgane, welche in ganz ähnlicher Ausbildung auch bei den höchststehenden Kryptogamen 380
 widerkehren.

Die Lebermoose zeigen eine geschlechtliche Generation welche, mit schwach entwickeltem und meist nicht scharf abgesetztem Protonema, ist entweder als gabelteiler

Bo. Thallus oder als beblätterter dorsiventraler Stengel, mit
386 Ausnahme einiger wenigen rädial gebauten Formen, ausgebildet.

Der Sporenbehälter erzeugt bei den meisten ausser den Sporen auch Elateren, d. h. sterile Zellen welche in den
390 typischen Fällen zu langen mit spiraligen Verdickungsleisten versehenen Zellen auswachsen, anfangs die Stoffzufuhr zu den sporogenen Zellen mitteln und nach dem Öffnen der Kapsel zur Auflockerung oder zur Wegschleudern der Sporen dienen. Nur bei einer Ordnung, den
395 Anthocerotaceen, wird in der Kapsel eine Columella, d. h. ein axiler Körper aus sterilen Zellen, welcher ebenfalls die Stoffzufuhr zu den sich entwickelnden Sporen besorgt, ausgebildet.

Das reich verzweigte Protonema oder Vorkeim der Laub-
400 moose ist meist kräftig entwickelt und erscheint dem blossen Auge als ein fein grüner Filz. An ihm entstehen die Knospen der Moospflänzchen als seitliche Ausstülpungen einzelner Zellen des Hauptfadens, meistens aber der Anfangszellen der Protonemazweige. Diese Ausstülpungen
405 werden durch eine Querwand abgetrennt werden, teilen sich weiter in eine oder auch zwei Stielzellen und eine anschwellende Endzelle, die bei ihrer weiteren Teilung die dreiseitig pyramidale Scheitelzelle des Moospflänzchens liefert. Letzteres ist stets in Stengel und Blätter gegliedert. Die
410 Laubmoose unterscheiden sich leicht von den beblätterten Jungermanniaceen durch die spiralige Anordnung ihrer Blättchen, die nur selten zweizeilige Anordnung zeigen.

Das Sporogon der Laubmoose weist in seiner Kapsel ein
zentrales Säulchen oder Columella aus sterilem Gewebe auf,
415 in deren Umkreis der Sporensack mit den Sporen liegt. Die Columella fungiert als Nährstoff- und Wasserspeicher für die sich bildenden Sporen, aber Elateren werden nie

gebildet. Im jungen Sporogon liegt ausserhalb des Sporen- Bo-
sackes ein wohlentwickeltes Assimilationsgewebe, das von
einer Epidermis bedeckt wird, und bei den meisten Laub- 420
moosen finden sich im unteren Teile der Kapselwandung
Spaltöffnungen ausgebildet. Im einzelnen weist die Gestal-
tung des Sporogons bei den vier Ordnungen der Laubmoose
mancherlei Verschiedenheiten auf. Am nächsten stehen
den Lebermoosen die Sphagnaceen und Andreaeaceen. 425

77b. DIE FLECHTEN.

Die Flechten sind symbiotische Organismen, die bestehen
aus Fädenpilzen welche mit einzelligen oder fädigen Algen
gemeinsam vegetieren und so einen zusammengesetzten
Thallus, ein Konsortium, bilden. Die Flechtenpilze und
Flechtenalgen sind im natürlichen System in die Gruppen 430
der nächstverwandten Pilze und Alge einzureihen. Die
Flechten besitzen aber untereinander so viel Ueberein-
stimmendes in Bau und Lebensweise und haben sich als
Konsortien phylogenetisch weiter entwickelt, so dass sie
zweckmässiger als besondere Klasse behandelt werden. 435

Viele Flechten vermehren sich rein vegetativ dadurch,
dass Teile des Thallus losreissen und sich wieder mit
Rhizinen festsetzen. Die meisten heteromeren Flechten
besitzen ferner in der Bildung von Soredien ein aus-
gezeichnetes Mittel vegetativer Vermehrung. Kleine 440
Gruppen von sich teilenden Algenzellen in den Gonidien-
schichten werden dicht umspinnen von Mycelfäden, lösen
sich los und bilden Körperchen die unter Aufreissen der
Thallusrinde als staubartige Masse frei werden, um durch
den Wind verbreitet, anderswo wieder zu einer Flechte 445
heranzuwachsen.

ZOOLOGIE.

78. ÜBERSICHT ÜBER DAS GESAMTE TIERREICH.

- zo. I. Tierkreis: Wirbeltiere. *Vertebrata*. Seitlich-
gleiche Tiere, mit einem inneren, knöchernen oder knorpe-
ligen, gegliederten Skelett. Der Hauptteil desselben, die
sogenannte Wirbelsäule, hat eine kanalartige Höhlung für
5 das Rückenmark; der vordere Teil desselben entwickelt
sich zum Gehirn; an die dasselbe umschliessende Schädel-
kapsel legt sich und zwar an deren untere Seite der mit
Zähnen bewaffnete Kieferapparat an. Die beiden Kiefer
wirken immer senkrecht gegeneinander. Mit der Wirbel-
10 säule sind mittels besonderer Knochen (Schulter- und
Beckengürtel) die gegliederten Anhänge des Rumpfes (die
Gliedmassen) verbunden. Ihre Zahl ist beschränkt;
meist ein Paar vordere und ein Paar hintere; selten ist
nur ein Paar vorhanden; mitunter fehlen sie ganz. Die
15 Bewegung der gelenkig verbundenen Teile des Skeletts
wird durch Muskeln (Fleisch) bewirkt, welche den
Knochen aufliegen. Der ganze Körper ist von einer Haut
umschlossen, welche mit Haaren, Federn, Schuppen oder
Schildern bedeckt oder nackt ist.

Der meist am vorderen Ende des Kopfes gelegene Mund ^{Zo.} führt in die Speiseröhre, und diese setzt sich in den ²¹ Magen und Darmkanal fort. Die Hilfsorgane der Verdauung: Leber, Bauchspeicheldrüse, Milz und Nieren sind fast immer sämtlich vorhanden. Ein hohler Muskel, das Herz, treibt durch seine Zusammenziehungen das ²⁵ immer rote Blut in geschlossenen Gefässen durch den ganzen Körper, von wo es in anderen Gefässen zum Herzen zurückkehrt (Kreislauf des Blutes). Die Atmung erfolgt durch Lungen oder Kiemen. Vom Gehirn und Rückenmark, den Hauptteilen des Nervensystems, aus durchzie- ³⁰ hen zahlreiche Nerven den Körper nach allen Richtungen. Auch die Sinnesorgane haben bei den Wirbeltieren die grösste Ausbildung erlangt. Sie pflanzen sich durch lebendige Junge oder durch Eier fort.

II. Tierkreis: Gliederfüsser. *Arthropoda*. Seit ³⁵ lichgleiche Tiere, mit einem Hautskelett, das durch seine Festigkeit einer-, seine Gliederung andererseits, sowie dadurch, dass sich auf seiner Innenseite die Muskeln ansetzen, das Knochengerüst der Wirbeltiere vertritt. Je eine Anzahl einander ähnlicher Glieder, ⁴⁰ zu einem bestimmten Zweck vereinigt, bilden bei den vollkommeneren Gliederfüssern Kopf, Brust und Hinterleib, mit paarigen und stets gegliederten Anhängen: Fühlern, Tastern, Fresswerkzeugen, Beinen. Nerven sind vorhanden. Die Augen sind vielfach zusammengesetzt. ⁴⁵ Das Herz liegt am Rücken, ist gestreckt und gekammert. Die Atmung erfolgt durch Luftröhren, seltener durch Kiemen. Die meisten sind getrennt-geschlechtig und eierlegend; die Jungen bestehen meist eine Verwandlung. Überwiegend Land- und Lufttiere; nur die Krustentiere ⁵⁰ sind grösstenteils Wasser-, meist Meeresbewohner.

III. Tierkreis: Weichtiere. *Mollusca*. Tiere mit

zo. weichem, ungegliedertem Körper, dessen seitlichgleicher Bau bei den Schnecken durch spiralige Windung, bei einigen
 55 Muscheln durch ungleiche Ausbildung der Schalenklappen und Körperhälften verändert ist. Die Stelle paariger gegliederter Bewegungsorgane vertritt der bauchständige, muskulöse Fuss. Eine mehr oder weniger entwickelte Hautfalte, Mantel genannt, deckt die Atmungsorgane und
 60 sondert meist eine kalkige Schale ab. Diese ist oft spiralig gewunden, oder sie besteht aus zwei Klappen. Sie atmen meist durch Kiemen und haben ein sehr vollständiges Verdauungssystem, ein Herz mit Kammern und Vorkammern, Gehirn und Nerven, meist auch Augen und Tast-
 65 organe. Sie pflanzen sich meist durch Eier fort, und die Jungen erleiden eine Verwandlung. Die meisten leben im Wasser, grossenteils im Meere.

IV. Tierkreis: Würmer. *Vermes*. Seitlichgleiche Tiere, mit meist gestrecktem, gleichartig gegliedertem oder
 70 ungegliedertem Leib, ohne gegliederte Beine; an deren Stelle treten entweder ungegliederte, borstentragende Stummelbeine oder Borsten oder Saugnäpfe, oder es bewerkstelligt der Hautmuskelschlauch die Ortsbewegung. Durch die Haut erfolgt meist auch die Atmung; bei den
 75 niedrigsten Formen, denen ein Darmkanal, mitunter selbst die Leibeshöhle fehlt, kommt auch die Ernährung durch die Haut zustande, indem diese flüssige Stoffe aufsaugt. Nervensystem und Sinnesorgane sinken bei den unvollkommensten Würmern erheblich unter die Stufe der Gliederfüsser
 80 herunter. Die Fortpflanzung beruht meist auf befruchteten Eiern; die Jungen erleiden vielfach eine Verwandlung. Die Nahrung besteht meist in tierischen Stoffen.

V. Tierkreis: Stachelhäuter. *Echinodermata*. Meerestiere, mit ringsgleichem, sternförmigem, kugeligem,
 85 scheibenförmigem oder walzigem, fünfstrahlig gebautem

Körper, mit mehr oder weniger verkalkter, oft Stacheln Zo. tragender Haut, eigenartigen, in Reihen geordneten Bewegungsorganen (Saugfüßchen) und einem dazu gehörigen Wassergefäßssystem. Der Darm ist von der Leibeshöhle und dem Blutgefäßssystem gesondert. Atmen 90 meist durch die Haut, oder die Atmungsorgane sind innerlich. Nervensystem und Sinnesorgane wenig entwickelt. Die aus dem Ei schlüpfenden Larven sind seitlichgleich und bestehen meist eine verwickelte Verwandlung. Sehr gross ist die Ersatzfähigkeit der Stachelhäuter. 95

VI. Tierkreis: Pflanzentiere od. Darmlose. *Coe-lenterata*. Mit Ausnahme der meisten Schwämme ringsgleich-, vier- oder sechsstrahlig gebaute Wassertiere ohne Darmkanal und Gefäßssystem, die durch einen inneren, mehr oder weniger geteilten Hohlraum ersetzt 100 werden. Ihr aus vielen Zellen zusammengesetztes Gewebe sondert vielfach ein kalkiges, horniges oder kieseliges Skelett ab. Auch besitzen sie mit Ausnahme der Schwämme Nesselorgane zur Lähmung ihrer Beute. Fortpflanzung meist ungeschlechtlich durch Knospung oder Teilung, was 105 in vielen Fällen zur Bildung von Tierkolonien führt, die meist festgewachsen sind. Oft ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung mit einer geschlechtlichen so verbunden, dass ein Generationswechsel stattfindet; dabei bestehen die Jungen eine Verwandlung. 110

VII. Tierkreis: Urtiere. *Protozoa*. Meist mikroskopisch-kleine, im Wasser oder im Feuchten lebende einzellige Tiere, die aus einer schleimigen, formveränderlichen Substanz (Protoplasma) bestehen, zum Teil aber kalkige Schalen oder kieselige Gerüste absondern. Pflanzen 115 sich meist durch Teilung, Knospung oder Sporenbildung fort. Im eingekapselten Zustande zeigen sie eine grosse Lebensfähigkeit.

79. ÜBERSICHT DER SÄUGETIERE.

20. Die Säugetiere (*Mammalia*) haben ein festes Kno-
120 chengerüst und rotes, warmes Blut; sie atmen
durch Lungen und bringen in der Regel lebendige
Junge zur Welt, die sie in der ersten Zeit mit
ihrer Milch ernähren (säugen). Sie sind gewöhn-
lich mit Haaren bedeckt.

125 Längsschnitt. Welches Wirbeltier man auch in einem
Längsschnitt betrachtet, immer findet man die Hauptteile
in derselben Lage. Gegen den Rücken zu liegt das
Knochengerrüst, darüber das Gehirn und das Rückenmark,
darunter die Leibeshöhle mit dem Darmkanal, dem Herzen
130 und den Blutwegen, die Lunge und die Leber. Die
Leibeshöhle wird durch das Zwerchfell in zwei Abteilungen
geteilt, die Brusthöhle und die Bauchhöhle.

Skelett. Die Wirbelsäule besteht aus einer wechselnden
Zahl von ringförmigen Knochen, Wirbeln. Man unter-
135 scheidet Hals-, Brust-, Lenden-, Kreuz- und Schwanzwirbel.
Die Anzahl der Halswirbel ist unabhängig von der Länge
des Halses und bei allen Säugetieren (mit Ausnahme der
Faultiere und einiger Wale) übereinstimmend 7. Das
Schlüsselbein ist nur bei den Affen, Fledermäusen,
140 Insektenfressern und den meisten Nagetieren vollständig
ausgebildet; bei den Walen, Huftieren, einigen Raubtieren
und Zahnarmen fehlt es ganz, bei andern ist es unvoll-
ständig. Die Schnabeltiere besitzen wie die Vögel dop-
pelte Schlüsselbeine.

145 Die Gliedmassen sind der Lebensweise der Tiere
angepasst. So sind bei den Walen die Vordergliedmassen
in Flossen verkürzt, während bei den Fledermäusen die

Finger zur Befestigung der Flughäute stark verlängert sind. Von den meist vorhandenen 5 Zehen verkümmern oft eine oder mehrere und zwar der Reihe nach zuerst 150 die Innenzehe (der Daumen), dann die 5., 2., 4. Zehe.

Hautbedeckung. Die meisten Säugetiere sind mit Haaren bedeckt. Oft sind längere Grannen- und kürzere, dicht stehende Wollhaare zu unterscheiden. Dicke Haare sind die Borsten, Schnurrhaare, 155 Stacheln und Schuppen.

Sinnesorgane. Als Tastorgan dienen ausser den Fingerspitzen auch die Lippen mit den Schnurrhaaren, der Rüssel des Elefanten sowie die Flughaut der Flattertiere. — Geschmacksorgan ist die Zunge. — Die Augen 160 sind fast stets sehr vollkommen ausgebildet und stehen an der Seite des Kopfes, selten nach vorn gerichtet. Sie werden durch 2 Augenlider, in einigen Fällen (Biber, Schnabeltier) auch noch durch eine Nickhaut geschützt. Die Pupille ist rund (Mensch, Affen), spaltförmig und 165 senkrecht (Katzen) oder spaltförmig und wagerecht (Wiederkäuer, Pferd). Die Aderhaut ist bei den Raubtieren, Robben und Wiederkäuern mit einer metallisch glänzenden Schicht überzogen, welche das eigentümliche Leuchten der Augen im Dunkeln bewirkt. — An den Ohren ist meist 170 eine bewegliche Ohrmuschel vorhanden; bei tauchenden Säugetieren wird sie durch eine Klappe vertreten (Spitzmaus), die das Eindringen von Wasser verhindert; selten fehlt sie ganz (Maulwurf). — Die äussere Nase ist verschieden geformt; sie dient nebenher zum Wühlen 175 (Schwein, Maulwurf, Tapir) oder zum Greifen (Elefant). Die Nasenlöcher liegen entweder nahe beieinander, oder sie rücken, durch eine dicke Scheidewand getrennt, mehr nach den Seiten, bei den Walen gar auf die Oberseite des Kopfes (Spritzlöcher). 180

zo. Die Verdauungsorgane bestehen aus Mund, Speiseröhre, Magen, Darm und Drüsen, welche die zur Verdauung bestimmten Säfte absondern. Im Munde befinden sich in der Regel Zähne. Ein Zahn ist ein hohler Zapfen aus
185 Zahnbein. Man unterscheidet daran die im Kiefer steckende Wurzel und die frei vorspringende Krone. Die Krone trägt meist eine Kappe aus Schmelz. Umgibt der Schmelz die Krone gleichmässig, so nennt man den Zahn einfach; dringt der Schmelz in Form von Falten
190 in die Zähne ein, schmelzfaltig; besteht aber ein Zahn aus einzelnen, mit Schmelz überzogenen und zusammenge kitteten Platten, so heisst er zusammengesetzt. Zahnstifte ohne Schmelz finden sich bei den zahnarmen Säugetieren. Die Ausbildung der Zähne steht im engsten Zu
195 sammenhang mit der Lebensweise, namentlich mit der Ernährung.

Atmungs- und Zirkulationsorgane. Der Innenraum des Rumpfes ist bei den Säugetieren durch das Zwerchfell in zwei Abteilungen geteilt, die Brusthöhle und die
200 Bauchhöhle. Die abwechselnde Erweiterung und Verengung der Brusthöhle bewirkt das Ein- und Ausströmen der Luft durch den Mund und die Luftröhre in die Lungen (Atmung). Zwischen den Lungen liegt das Herz welches das Blut in beständiger Kreisbewegung durch die
205 Blutgefässe hindurch zu erhalten hat, damit dieses einerseits alle Körperteile durchströmt, andererseits zum Zwecke der Reinigung immer wieder in die Lungen gelangt. Das Herz der Wirbeltiere ist durch eine Scheidewand in eine rechte und linke Hälfte geteilt; jede Hälfte besteht wieder
210 aus einer Vorkammer und einer Herzkammer. Nur die Kammern derselben Herzhälfte stehen miteinander in Verbindung. Das Blut strömt aus der linken Herzhälfte in den Körper, von da in die rechte Herzhälfte, dann in

die Lunge, um wieder in die linke Herzhälfte zurückzu-²⁰ kehren (vollkommen doppelter Kreislauf). Die Blutwärme beträgt 35—37,5° C.

80. ÜBERSICHT DER VÖGEL.

Die Vögel (*Aves*) haben ein festes Knochengestüt, rotes, warmes Blut, atmen durch Lungen und sind mit Federn bedeckt; sie legen hartschalige Eier, welche sie fast ausnahmslos durch ihre²²⁰ Leibeswärme ausbrüten. Die in Hornscheiden steckenden Kiefer bilden den Schnabel. Die Vordergliedmassen sind Flügel.

Das Skelett des Vogels stimmt im wesentlichen mit dem der Säugetiere überein. Die Abweichungen stehen zumeist²²⁵ im Zusammenhang mit dem Flugvermögen. Der Unterkiefer ist nicht am Schädel selbst eingelenkt, sondern hängt mit ihm durch einen beweglichen Knochen, das Quadratbein, zusammen. Der Rumpf ist durch das weit nach hinten ausgedehnte Brustbein und die mit²³⁰ knöchernen Querfortsätzen versehenen Rippen fast ganz unbeweglich.

Die Vogelfüße unterscheidet man nach der Zahl, Richtung und Verwachsung der Zehen.

81. INSEKTENFRESSER.

Der Maulwurf (*Talpa europaea*) lebt im Boden des²³⁵ Waldes, der Wiesen, Felder und Gärten. Der unterirdischen Lebensweise ist sein Körper sehr sinnreich angepasst. Der Rumpf ist walzenrund; ein samtartiger, dichter, blauschwarzer Pelz schützt ihn vor Kälte und Feuchtigkeit. Die durch einen Knorpel gestützte, nackte Nase ist rüssel-²⁴⁰

zo. artig verlängert. Der kegelförmige Kopf sitzt ohne Halseinschnitt auf dem Rumpfe auf; durch kräftige Stösse nach vorn kann er in lockerem Boden leicht vordringen. Er dient dem Tiere auch dazu, die im Gange losge-
 245 wühlten Erdmassen nach oben zu stossen, wobei ein Maulwurfshügel entsteht.

In hartem Boden können aber nur die zu mächtigen Grabschaufeln gestalteten Vordergliedmassen in Verbindung mit der stark entwickelten Brust etwas ausrichten.
 250 ten. Das Brustbein mit seinem Kamm, die starken Schlüsselbeine und die ungewöhnlich grossen Schulterblätter bilden die Ansatzstellen für kräftige Muskeln. Die derben Armknochen sind kurz, dass nur die breite Hand aus dem Pelze hervorragt. Die Finger sind durch
 255 eine feste Spannhaut verbunden, die Nägel breit und zugespitzt. Neben dem Daumen liegt noch ein sichelförmig gebogener Knochen, die Scharrkralle. Die Grabarme stehen wagerecht am Rumpf, die Innenfläche der Hände ist nach hinten gerichtet. Hat der spitze Kopf ein
 260 Loch in den Boden gestossen, so fahren die Arme hinein und werfen das Erdreich mit kräftigen Bewegungen nach hinten.

Die Hinterbeine sind ebenfalls kurz und treten mit der ganzen Sohle auf; sie schieben den Körper schnell
 265 vorwärts. Der kurze Schwanz ist mit Schuppen besetzt. Die Augen haben für das unterirdisch lebende Tier keine Bedeutung; sie sind winzig klein und im Pelz versteckt, auch die Augenhöhle am Schädel ist nur eine flache Grube. Die Nasenlöcher sind nach unten gerichtet. Ohrmuscheln
 270 fehlen; die Schallwellen der Erde teilen sich dem ganzen Körper mit. Das Gebiss ist sehr scharf und spitz:
6.1.7. Die Eckzähne sind wie spitze Dolche, die Kronen
8.1.6.

der Backenzähne scharfzackig. Seine Nahrung bilden vor Zo. allem Kerbtiere und ihre Larven, z. B. Engerlinge, aber auch Mäuse, Frösche, Regenwürmer und Schnecken. Im 275 Winter folgt er diesen in die frostfreien Tiefen, er braucht also keinen Winterschlaf zu halten.

82. FROSCHLURCHE.

Der grüne Wasserfrosch (*Rana esculenta*). Gestalt länglich-viereckig, plattgedrückt; Kopf in eine rundlich zugespitzte Schnauze verlängert; Rumpf am 280 Rücken etwas querrhöckerig. Der ganze Körper von einer nackten, schlüpfrigen, lose anliegenden Haut umgeben. Mund weit gespalten, ohne Lippen; Oberkiefer und Gaumen mit zahlreichen, nur angewachsenen Zähnen besetzt; Unterkiefer zahnlos; Zunge fleischig, klebrig, 285 vorn angewachsen, hinten frei, zweilappig, herausklappbar, zum Insektenfang geeignet; Augen gross, hervorgequollen, beweglich mit zwei Lidern und einer Nickhaut, goldglänzend; hinter dem Auge etwas tiefer das runde Trommelfell; die kleinen Nasenlöcher vorn an der Schnauze durch eine 290 Hautfalte verschliessbar; Hals und Schwanz fehlen. Von den vier Beinen sind die hinteren beträchtlich länger als die vorderen, reichlich so lang als Rumpf und Kopf zusammen, mit sehr muskulösen Schenkeln und fünf sehr langen, mit Schwimmhäuten verbundenen Zehen, die 295 vorderen mit vier freien Zehen; alle Zehen ohne Krallen. *Bei dem ♂ befinden sich an der Kehle zwei Schallblasen, welche zur Verstärkung der Stimme dienen. Gesicht und Gehör sind sehr scharf.

* ♂ = männliches Tier.

Zo.

83. FISCHE.

300 Der Körper der Fische ist meist mit Schuppen be-
deckt, die in der Regel hornig und biegsam, rund,
mit konzentrischen Ringen und radialer Streifung
versehen, dabei aber entweder glattrandig sind oder
stachelige Spitzen am Hinterrande haben. Über
305 den Schuppen liegt eine schleimige Oberhaut, die
den Fischkörper glatt und schlüpfrig und zum Durch-
gleiten des Wassers geschickter macht. Schleimab-
sondernde Drüsen bilden die sogenannten Seitenlinien
des Fisches. Die Fische atmen durch Kiemen. Die Lage
310 des Atmungs-Apparates kennzeichnen die Kiemen-
deckel, bewegliche Klappen zu beiden Seiten des
Hinterkopfes, bestimmt, die Kiemenhöhle nach aussen
abzuschliessen. Vorn befestigt, hinten beweglich, lassen
sie zwischen ihrem Hinterrande und den Schulterknochen
315 eine meist spaltförmige Öffnung, die Kiemenspalte,
durch welche das Atmungswasser austritt. Zum besseren
Verschluss dieser Spalte dient die Kiemenhaut, welche
durch rippenartig gebogene, dünne Knochenstrahlen
ausgespannt wird.

84. KOPFFÜSSER. *Cephalópoda.*

320 Nackte, seltener beschaltete Meeresweichtiere, mit deut-
lichem Kopf, der seitlich zwei grosse, einfache Augen, um
den Mund herum muskulöse, auf der Innenseite mit
Saugnapfen besetzte, seltener fühlartige Fangarme
trägt, im Munde meist schnabelähnliche Kiefer und eine
325 fleischige Zunge mit Reibplatte. Die Fangarme dienen
teils zum Ergreifen der Beute, teils zum Kriechen und

Schwimmen. Rumpf rundlich-eiförmig oder länglich, an **Zo.** der Unterseite mit verschliessbarer Mantelhöhle, die durch zwei oder vier hineinragende Kiemen zur Atemhöhle wird. Aus ihr ragt der in einen Trichter **330** umgewandelte Fuss hervor. Dieser dient vornehmlich als Schwimmorgan, indem das Wasser des Mantelraums stossweise durch die Trichteröffnung entleert und das Tier durch den Rückstoss rückwärts bewegt wird.

Auch in ihrer inneren Organisation (knorpelige Gehirn- **335** kapsel, Herz mit zwei Vorkammern, sehr ausgebildete Verdauungsorgane) nehmen die Kopffüsser den höchsten Rang unter den Weichtieren ein und nähern sich den Wirbeltieren. Es sind sämtlich Raubtiere, die sich von anderen Weichtieren, von Fischen und Krustentieren **340** nähren. Ihre Eier kleben traubenförmig zusammen. Zahlreiche versteinerte Überreste.

85. MUSCHELTIERE. *Lamellibranchiata.*

Beschalte, seitlich zusammengedrückte, kopflose und auch des Kiefers und der Zunge entbehrende Weichtiere. Rumpf von einem zweilappigen Mantel umschlossen ; **345** dieser sondert nach aussen die Schale ab, deren beide Klappen am Rücken durch besondere Einrichtungen, Schloss genannt, beweglich verbunden sind, durch das elastische Schlossband geöffnet, durch besondere Muskeln (die Schliessmuskeln) geschlossen werden. An der **350** Bauchseite des Muschelkörpers entspringt ein nach unten gerichteter fleischiger, verschieden geformter Fuss, der verlängert und verkürzt werden kann und zum Kriechen und Eingraben in Sand oder Schlamm dient. Der das Vorderende des Körpers bezeichnende, ziemlich versteckte **355**

20. Mund hat zu beiden Seiten ein Paar blattartige Mundlappen, die als Tastorgane dienen. Am entgegengesetzten Ende liegt der After.

Sind die Mantelränder, wie nicht selten, verwachsen, 360 so bleiben doch Schlitz für Fuss, Mund und After. Die Ränder dieser Schlitz verlängern sich mitunter zu Röhren, von denen die eine zum Eintritt des Atemwassers und der darin enthaltenen Nahrung dient (Atemrohr), die andere zur Entleerung (Kloaken- 365 rohr). Mitunter sind beide Röhren (Siphonen) miteinander verwachsen. Sind sie zurückziehbar, so erkennt man das auch in jeder Schale daran, dass an dieser Stelle die sogenannte Mantellinie (längs welcher Mantel und Schale verwachsen sind) einen einspringenden 370 Winkel, die Mantelbucht aufweist. Am Mantelrande sitzen die kleinen Augen, wenn solche vorhanden sind. Die Muscheltiere atmen durch blattartige Kiemen, welche zu beiden Seiten des Rumpfes zwischen Mantel und Fuss aufgehängt sind.

- 375 Zur Befestigung dient manchen Arten der Byssus, ein Gespinnst klebriger Fäden, welche von einer am Fusse der Muschel befindlichen Drüse abgesondert werden; andere wachsen frühzeitig mit der einen Schale auf einer Unterlage fest (Auster).

380 Verdauungs- und Blutumlaufsorgane entsprechen im allgemeinen denen der Schnecken; den Muscheln eigentümlich ist u. a., dass der Darm durch das Herz geht. Sie pflanzen sich durch Eier fort, die zunächst in den Kiemen aufgenommen und hier bis zum Ausschlüpfen 385 der Jungen weiter entwickelt werden. Diese machen mancherlei Veränderungen durch. Die Muscheln leben meist im Meere, nur wenige im süßen Wasser, nähren sich von winzigen Tieren und Pflanzen und dienen ihrerseits

vielen grösseren Wassertieren zur Nahrung, wie auch dem Zo. Menschen (Austern, Miesmuscheln, Herzmuscheln u. v. a.). 390 Auch liefern sie Schmuckgegenstände (Perlen, Perlmutter), und ihre Schalen werden hier und da an den Küsten zu Kalk gebrannt. Noch zahlreicher als in der Jetztwelt waren sie in den früheren Erdperioden vertreten (Muschelkalkformation), und viele Arten vorweltlicher Muscheln 395 dienen daher als Leitfossilien.

86. AUFGUSSTIERCHEN. *Infusoria*.

Die Glockentierchen. Auf dem Gehäuse lebender Sumpfschnecken, auf Schwimmkäfern, Wasserpflanzen und anderen Bewohnern stehender Gewässer sieht man häufig einen zarten weissen Schimmel, der innerhalb des 400 Wassers dem unbewaffneten Auge als ein weisses Wölkchen, dem mit dem Mikroskop bewaffneten aber als eine äusserst zierliche Tierbildung erscheint. Auf schlankem, am unteren Ende befestigtem Stiel sitzt ein bald glocken-, bald kugelförmige Gestalt annehmender glasheller Körper. 405 Plötzlich zuckt das Geschöpf zusammen, und der eben noch langgestreckte Stiel verkürzt sich durch spiralförmige Windung, um alsbald sich wieder zu strecken. Mit der Verkürzung geht in der Regel eine Zusammenziehung der Glocke in eine Kugel Hand in Hand, wobei sich der mit einem 410 Kranze von Wimperhaaren besetzte Glockenrand scheinbar nach innen umschlägt oder einstülpt.

Die Fortpflanzung der Glockentierchen geschieht entweder durch Längsteilung, indem die beiden Hälften zu vollständigen Tieren auswachsen, oder durch äussere 415 Knospung, wobei die jungen Tiere nach ihrer Loslösung

20. eine Zeitlang frei umherschwimmen, oder durch Verschmelzung zweier Einzelwesen (Konjugation), der dann eine Teilung folgt. Bei Eintrocknung des umgebenden Wassers
 420 zieht sich der Körper zu einer kugeligen Masse zusammen und kapselt sich ein; später wieder ins Wasser gelangt, platzt die Kapsel (Cyste), und aus dem Inhalte bildet sich eine Anzahl neuer Sprossen.

87. DIE VERDAUUNGSORGANE.

Zu den Verdauungsorganen sind zu rechnen: die
 425 Mundhöhle mit der Zunge, den Zähnen und den Speicheldrüsen, die Speiseröhre mit dem Schlundkopfe, der Magen, der Darm und die Anhangsdrüsen.

(a) Die Mundhöhle wird oben vom Gaumen, vorn von den Lippen und Zähnen, seitlich von den Backen und
 430 unten von der Zunge und andern Muskeln begrenzt; nach hinten geht sie in den Schlundkopf über.

In den Kiefern stehen beim Erwachsenen 32, sehr häufig infolge des Ausbleibens des letzten Mahlzahnes nur 28 Zähne, und zwar $\frac{1}{2}$ Schneide-, $\frac{1}{2}$ Eck- und $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2}$) Backen-
 435 zähne. Die Krone ist bei den Schneidezähnen meisselförmig, bei den Eckzähnen kegelförmig und bei den Backenzähnen breit. Durch die Wurzel des Zahnes treten Blutgefäße und Nerven ins Innere, die sich in der Zahnhöhle verbreiten. Bis zum 7. Jahre erscheinen nur
 440 die 20 Milchzähne, welche bald wieder verloren gehen; vom 7. bis zum 26. Jahre aber kommen die eigentlichen Zähne zum Vorschein, zuletzt die sogenannten Weisheitszähne.

Die Zunge ist ein dicker, sehr beweglicher Muskel, der
 445 hinten an dem gabelförmigen Zungenbein angewachsen ist.

Sie dient ausser zum Schmecken auch zum Sprechen und **Zo.** Schlungen.

Unter der Zunge münden 3 Paare von Drüsen, die in den Wänden der Mundhöhle liegen und bestimmt sind, den Mundspeichel abzusondern. — Der knöcherne Gaumen **450** setzt sich nach hinten in eine Schleimhautfalte, das Gaumensegel, mit dem Zäpfchen und den Mandeln, fort (Halsschmerzen, geschwollene Mandeln).

(b) Die Speiseröhre beginnt mit dem trichterförmigen Schlundkopfe, der nach unten in den Kehlkopf und **455** die Speiseröhre führt. Letztere ist eine etwa 20 cm lange, enge, sehr elastische Röhre, die hinter der Luftröhre liegt und in den Magen führt, dabei das Zwerchfell durchbohrt.

(c) Der Magen liegt auf der linken Seite der Bauchhöhle **460** gleich unter dem Zwerchfell und ist eine Erweiterung des Verdauungsrohres. Durch den Magenmund steht er mit der Speiseröhre, durch den Pförtner mit dem Darm in Verbindung; beide Öffnungen können durch ringförmige Muskeln verschlossen werden. In den Wänden des Magens **465** sondern zahlreiche kleine Drüsen, die Labdrüsen, den Magensaft ab.

(d) Der Darm ist ein Schlauch, der etwa fünfmal so lang ist als der Körper. Man unterscheidet der Reihe nach: 1. den Dünndarm (etwa 6 m lang und 2,5 cm weit) mit **470** seinem Anfangsteil, dem Zwölffingerdarm, und 2. den Dickdarm (etwa 1,5 m lang und 5 cm weit); dieser besitzt an seinem Anfange eine Aussackung, den Blinddarm mit dem Wurmfortsatz, während das Ende, der Mastdarm, nach aussen mündet. **475**

Die Wände des ganzen Darmrohres sind mit Schleimhaut ausgekleidet und enthalten Längs- und Ringmuskeln. Im Dünndarme finden sich ausserdem viele Drüsen zum

20. Absondern des Darmsaftes und unzählige Falten und
 480 Zotten, durch welche die Oberfläche des Darmes vergrössert wird.

(e) Von den Anhangsorganen des Verdauungsrohres sind noch die Leber und die Bauchspeicheldrüse zu nennen. Die Leber ist die grösste Drüse des Körpers. Sie ist von
 485 braunrotem Aussehen und liegt auf der rechten Seite in der Bauchhöhle dicht unter dem Zwerchfell. Sie sondert die Galle ab, eine gelbgrüne, bräunliche bis schwärzliche, stark bittere, laugenhafte Flüssigkeit, die sich in der Gallenblase sammelt und dann durch den Gallengang in den
 490 Anfang des Zwölffingerdarmes fliesst.

Die Bauchspeicheldrüse liegt hinter dem Magen und sondert eine farblose, dem Mundspeichel ähnliche Flüssigkeit, den Bauchspeichel, ab, der dicht neben dem Gallengange ebenfalls in den Darm fliesst.

38. DIE KREISLAUFSORGANE.

495 Die Blutgefässe bilden ein durch den ~~ganzen Körper~~ verzweigtes Röhrensystem, welches den Zweck hat, den einzelnen Teilen des Körpers das zu ihrer Ernährung und ihrem Wachstum nötige Material zuzuführen. Die einzelnen Teile sind: das Herz, die Schlagadern, die Kapil-
 500 laren und die Blutadern.

(a) Das Herz ist ein Muskelschlauch von der Gestalt eines von vorn nach hinten zusammengedrückten und mit der Spitze nach links und unten gekehrten Kegels von der Grösse einer Faust. Es liegt in der Brusthöhle zwischen
 505 den beiden Lungen, ruht auf dem Zwerchfell und ist von dem Herzbeutel eingeschlossen. Das Herz wird durch

eine Längsscheidewand in eine rechte und eine linke Hälfte **zo.** und jede derselben durch eine Querscheidewand in einen unteren (Herzkammer) und einen oberen Teil (Vorkammer) geschieden. Während die Vorkammern dünn- **510** wandig sind, sind die Herzkammern sehr dickwandig, denn diese sind bestimmt, das Blut durch die Pulsadern hinaus nach Körper und Lunge zu pressen. Herz- und Vorkammern stehen durch je eine Öffnung in Verbindung, die durch die sogenannten Zipfelklappen verschliessbar sind. **515** Dies sind zylindrische, sehnige Häute, deren freie Ränder mit Muskeln in Verbindung stehen. An den Ausgängen des Herzens nach den Pulsadern zu befinden sich je drei halbmondförmige Taschenklappen.

(b) Die Schlagadern, Pulsadern oder Arterien **520** sind Röhren, welche das Blut aus den Herzkammern zu den einzelnen Organen leiten. Sie liegen gewöhnlich in der Tiefe des Körpers, nur an einzelnen Stellen (Handgelenk, Hals, Knie- und Achselhöhle) unmittelbar unter der Haut. Ihre Farbe ist gelblich weiss, ihre Wände sind dick und elastisch. **525** Die Pulsadern verzweigen sich wie die Äste eines Baumes, wobei sie immer dünner werden, bis diese schliesslich in die Haargefässe (Kapillaren) übergehen. Diese bilden dichte Netze in allen Organen. Ihre Weite beträgt durchschnittlich $0,005\text{ mm}$.

(c) Die Blutadern oder Venen entstehen aus den Haargefässen wie ein Strom aus seinen Nebenflüssen. Sie haben viel dünnere Wände als die Pulsadern, und ihre grösseren Stämme sind mit Taschenklappen versehen, deren freier Rand nach dem Herzen gerichtet ist. **530**

(d) In diesen Gefässen bewegt sich das Blut. Es wird durch die Zusammenziehungen der Herzkammern (in der Minute etwa 70 mal) aus diesen durch die Arterien in die Lungen und den Körper getrieben; in die Vorkammern **535**

20. kann es wegen der sich schliessenden Zipfelklappen nicht
541 zurückströmen. Bei der darauf folgenden Erweiterung
der Herzkammern fliesst das Blut aus den Vorkammern,
die sich jetzt zusammenziehen, in jene hinein, während
durch Schliessen der Taschenklappen ein Zurückströmen
545 aus den Schlagadern verhindert wird. So muss das Blut
immer im Kreise fließen und zwar von der linken Herzkammer
durch die Körperarterie in den Körper, von da
durch die obere und untere Hohlvene in die rechte Vorkammer
und rechte Herzkammer (grosser Kreislauf),
550 von der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie in
die Lungen und von da durch die 4 Lungenvenen zurück
in die linke Vorkammer und linke Herzkammer (kleiner
Kreislauf). Bei der Zusammenziehung der Herzkammern
schlägt das Herz mit seiner Spitze gegen die Brustwand
555 und bringt dadurch der Herzstoss hervor; gleichzeitig
hört man die durch das Zusammenschlagen der Klappen
hervorgerufenen Herztöne. Bei der Fortbewegung des Blutes
wird das Herz unterstützt durch die Zusammenziehung der
Arterien, ferner durch die Muskeln
560 die durch Druck auf die mit Klappen versehenen Venen
das Blut in der Richtung nach dem Herzen vorwärts
treiben, endlich auch durch das Atmen. In 20—30 Sekunden
hat das Blut den ganzen Kreislauf zurückgelegt.

89. Von den Monaten und Jahren.

Der Monat hat seinen Namen vom Monde. Der Mond ist nicht zu allen Zeiten sichtbar und erscheint nicht immer in gleicher Gestalt und Größe. Ist er gar nicht sichtbar, so haben wir Neumond. Einige Tage darauf erscheint er in der Gestalt einer Sichel. Er wird nun mit jedem Tage 5 größer. Ungefähr eine Woche nach dem Neumonde erscheint er als eine halbe Kreisfläche; dann ist das erste Viertel. Darauf wird er mit jedem Tage noch größer, und wenn beinahe wieder eine Woche verflossen ist, so erscheint er als eine ganze helle Kreisfläche und geht etwa zu der Zeit auf, 10 wenn die Sonne untergeht. Dann haben wir Vollmond. Von dieser Zeit an beginnt er wieder kleiner zu werden. Ungefähr nach einer Woche erscheint er wieder als eine halbe Kreisfläche, und man sagt: Es ist das letzte Viertel. In den folgenden Tagen wird er immer kleiner, erscheint wieder in 15 sichelförmiger Gestalt und wird endlich wieder ganz unsichtbar. Wir haben dann wieder Neumond.

Vom Neumonde bis zum Vollmonde ist zunehmender Mond; vom Vollmonde bis zum Neumonde ist abnehmender Mond. Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes 20

Viertel bilden die vier Mondwechsel. Die Zeit von einem Neumonde bis zum nächstfolgenden Neumonde dauert etwa 29 und einen halben Tag. Einen solchen Zeitabschnitt nennt man einen Mond oder Monat. Die Zeit von einem Mond-
 25 wechsel zum andern dauert etwas über 7 Tage und stimmt also mit einer Woche ziemlich genau überein.

Ein Jahr währt vom 1. Januar bis zum 31. Dezember. Der Winter dauert vom 21. Dezember des einen Jahres bis zum 21. März des folgenden; der Frühling vom 21. März
 30 bis zum 21. Juni; der Sommer vom 21. Juni bis zum 23. September, und der Herbst vom 23. September bis zum 21. Dezember.

90. Der Kuckuck.

Schon im April stimmt der Kuckuck seinen Frühlingsruf an. Er ist etwa so groß wie eine Taube, hat aber einen
 35 längeren Schwanz, der nach hinten abgerundet ist. Sein Federkleid ist grau, aber auf dem Bauche weiß gebändert. Vom frühen Morgen bis in die späte Nacht frisst er Raupen, Käfer, Schmetterlinge und Fliegen. Sein Magen ist so
 wunderbar eingerichtet, daß ihm gerade die behaarten Raupen
 40 gut bekommen, welche sonst nur wenige andre Vögel fressen können.

Der Kuckuck baut kein Nest; er ist der einzige Vogel bei uns, der es nicht tut. Er legt seine Eier in fremde Nester. Das Weibchen fliegt leise herbei, wenn die Kottschelchen und
 45 andre kleine Sänger ihr Nest verlassen haben, wirft so viele Eier heraus, bis Platz wird, legt ein Kuckucks-Ei hinein und fliegt fort. Der kleine Vogel kommt zurück, setzt sich wieder auf sein Nest und brütet, als wenn nichts geschehen wäre.

Die jungen Rotkehlchen schlüpfen aus dem Ei, der junge Kuckuck auch. Aber seine Eltern bekümmern sich um ihn 50 nicht. Er ist eine arme, verlassene Waise. Doch der liebe Gott läßt ihn nicht umkommen. Die alten Rotkehlchen eilen nach Futter und füllen seinen hungrigen Magen, obgleich er seinen kleinen Nestbrüdern die besten Bissen wegschnappt.

91. Der Weinstock.

Was die Rose unter den Blumen ist, das ist die Wein- 55 traube unter den Früchten. Lieblich ist schon der Geruch der zarten Blüte des Weinstocks; aber noch herrlicher ist der Geschmack der gereiften Beere. Er ist ohne Zweifel, wie wir aus der Heiligen Schrift wissen, im mittleren Asien ursprünglich einheimisch. Dort wächst er wild, und sein Stamm 60 erreicht nicht selten einen Umfang von 1—2 m., steigt bis zum Gipfel der höchsten Bäume hinan, sie ganz umschlingend und verbindend, und trägt überreichlich die herrlichsten Trauben. In der Nähe des Ararat fing Noah an, ihn zu bauen. Auch in Palästina gedeiht er vortrefflich, und 65 was die Heilige Schrift von den großen Trauben Kanaans erzählt, das bestätigen neuere Reisende. So schreibt z. B. ein Missionär vom Fuße des Libanon: „Wir genossen unser Abendessen unter einem großen Weinstocke, dessen Stamm ungefähr $\frac{1}{2}$ m. im Durchmesser hatte. Er bedeckte mit seinen 70 Neben eine Hütte, mehr als 16 m. lang und ebenso breit. Die Trauben an diesen Weinstöcken sind so groß, daß sie 5—6 kg. wiegen, und ihre Beeren haben die Größe einer kleinen Pflaume. Man schneidet eine solche Traube ab, legt sie auf ein 1 m. langes Brett, setzt sich um die Traube herum, 75

und jeder ißt davon, so viel er will. Hie und da finden sich Trauben, die bis 10 kg. wiegen, deren eine notwendig zwei Männer tragen müssen, wenn sie unverletzt fortgebracht werden soll."

- 80 Nach Deutschland kam der Weinstock wahrscheinlich durch die Römer. Man lernte schon frühzeitig die Kunst, aus dem Saft seiner Beeren durch Gärung ein erquickendes und stärkendes, aber zugleich berauschendes Getränk zu bereiten. Am ausgedehntesten ist der Weinbau in Deutschland, Ungarn, 85 Frankreich, Spanien, Portugal, Italien und Griechenland. In unserm Vaterlande gedeiht er besonders an den sonnigen Abhängen der Berge am Rhein; aber auch an der Mosel, am Main, an der Donau und am Bodensee ist sein Anbau lohnend. Man pflanzt den Weinstock meistens an den Ab- 90 hängen, welche nach Süden liegen, und eine solche Pflanzung heißt Weingarten oder Weinberg; doch gibt es auch in der Ebene viele Weingärten.

- Die Bearbeitung eines Weinberges erfordert viel Mühe und Fleiß; aber nur durch günstiges Wetter während der 95 Blüte und bis zur Zeit der Reife kann dieser Fleiß seinen vollen Lohn erhalten. Durch eine Reihe schlechter Jahre können Weinbergbesitzer in ihrem Vermögen gänzlich herunterkommen; einige gute Weinjahre dagegen reichen oft hin, allen Schaden wieder gut zu machen.

- 100 Durch den Anbau haben sich eine Menge Abarten des Weinstocks gebildet, so daß man bereits über 1600 Arten zählt. Unter den deutschen Weinen wird der Rheinwein für den besten gehalten. In Europa werden jährlich gegen 99 900 000 Hektoliter Wein gewonnen. Weder der Zuckers noch der 105 Kaffeebau, noch auch der Teebau der Chinesen gewähren einen so reichen Ertrag.

Die Äste des Weinstocks heißen Reben; mit Wickelranken klimmen sie an Gegenständen in die Höhe. Die Blätter sind handgroß, herzförmig, 3- oder 5 lappig und am Rande grob gezähnt. Die Blüten stehen in Sträußen; sie haben eine fünfblättrige Krone, sind grünlichweiß und wohlriechend und im ganzen unansehnlich. Die Beere ist kugelförmig oder länglich, von grüner, gelber, roter oder blauer Farbe. 110

In Griechenland wird eine Art des Weinstocks angebaut, die kleine, kernlose Beeren trägt; sie kommen unter dem Namen Korinthen oder kleine Rosinen in den Handel. Die getrockneten größern Beeren südlicher Weinstöcke heißen große Rosinen. Beide Sorten bilden einen bedeutenden Handelsgegenstand. 115

92. Der Tee.

Der Teestrauch erreicht eine Höhe von 10 Meter; in Pflanzungen wird er aber durch Beschneiden auf etwa 1 Meter Höhe gehalten, damit man die jungen Triebe leicht abpflücken kann. Gewöhnlich bebaut man die südlichen Abhänge der Hügel mit Reihen von Teesträuchern und sammelt die zarten, jungen Blättchen den ganzen Sommer hindurch. Die geernteten Blätter läßt man an der Luft auf Matten welken werden, erhitzt sie dann über Kohlenfeuer unter beständigem Umrühren und trocknet sie an der Luft. Werden die welken Blätter bald geröstet, so erhält man den grünen Tee. Läßt man die welken Blätter aber einige Zeit liegen, so geraten sie in Gärung und geben dann nach dem Rösten den schwarzen Tee. Der beste Tee wird aus den zarten Trieben und Knospen im Mai gewonnen, er heißt Blumen- oder Kaisertee. Er ist der teuerste und wird von den 120
125
130

135 chineſiſchen Großen verbraucht. Zu uns kommen die ſpäteren Ernten.

Gegenwärtig baut man den Seeſtrauch überall in Südaſien, in Mittelamerika, in Austra-
tugal. Seeklima ſagt ihm am beſten zu. Doch wird auch
140 heute noch wie ſchon in uralter Zeit der meiſte Tee in China erzeugt. Jährlich werden von dort mehr als 130 Millionen kg. Tee an das Ausland abgegeben.

93. Die heiße Zone.

Große Hitze und der in den meiſten Gegenden regelmäßig wiederkehrende Regen bringen in der heißen Zone den reichen
145 Pflanzenwuchs hervor, den man in andern Gegenden an keiner Stelle findet, und von dem wir uns gar keine Vorſtellung machen können. Einige Pflanzenarten zeichnen ſich durch Schönheit und Größe, ſowie durch ungemeine Nutzbarkeit aus. Dahin gehören die Palmen, welche den
150 Menſchen ſpeiſen, tränken und kleiden, ihm Stoff zur Wohnung und zum Hausgerät liefern und kaum ein Bedürfnis unbefriedigt laſſen. Sie haben ſchöne, ſchlank
155 Stämme, oft 60 m. hoch. Äſte und Zweige fehlen ihnen; nur im Gipfel bildet ſich eine Krone immergrüner, lang herabhängender Blätter, von denen jedes 3—4 m. lang iſt. Wird der Stamm höher, ſo fallen die Blätter ab und laſſen kleine Stümpfe zurück, die das Erſteigen des Baumes erleichtern.

Die nützlichſte Palme iſt die Kokospalme. Ihre Früchte
160 ſind große Nüſſe; die harte Schale läßt ſich dreheln und polieren und zu Trinkgeſäßen und andern Geräten verarbeiten. Aus der dicken Faſerſchicht, welche die Nüſſe umgibt,

lassen sich dauerhafte Stricke und Geflechte bereiten. Die halbreife Nuß ist mit einem wohlriechenden, gesunden Milchsaft gefüllt; in den reifen Früchten wird daraus ein 165 fester Kern, der den Hunger stillen kann. Die getrockneten Nüsse kommen als Kopro in den Handel. Aus ihnen wird das Palmöl und aus diesem die Kokosbutter bereitet. Die Blüten sprosse geben einen weinartigen Saft, die jungen Blätter den Palmkohl, das Mark des Stammes eine treffliche 170 Speise; aus den Blättern macht man Matten, Körbe, Schirme, und das Holz dient zum Bauen und Brennen. — Fast ebenso wertvoll ist die Dattelpalme. Ihre süßen, pflaumenähnlichen Früchte heißen Datteln und bilden ein Hauptnahrungsmittel für die Bewohner Arabiens und Nordafrikas. 175

94. Sternschnuppen und Meteorsteine.

Wir stehen in einer schönen, hellen Nacht im Freien und schauen nach dem Sternenhimmel hinauf. Da taucht plötzlich ein Lichtpunkt auf; er scheint von einem Sterne auszugehen, schießt zum Horizont herab, bewegt sich am Himmel hin und verschwindet mit einem Male. Gewöhnlich zieht solch eine 180 Sternschnuppe — so nannte man diese Erscheinung, weil man glaubte, sie werde von einem Sterne ausgeworfen, wie glimmende Dochteilchen aus dem Lichte fliegen — einen langen Lichtstreifen nach sich; zuweilen sprüht sie auch Funken aus. Sehr große Sternschnuppen nennt man Feuerkugeln. Ihr 185 Licht glänzt weiß; manche leuchten selbst bei Tage so stark, daß sie einen Schatten werfen. Sie zerpringen mit vielem Getöse unter heftiger Erschütterung der Luft. Die Stücke fallen zur Erde oder fliegen als kleine Feuerkugeln weiter, bis sie ebenfalls springen. Bei solchen Erscheinungen fallen oft 190

seltsame Stein- oder Eisenmassen nieder, die von den gewöhnlichen Steinen in vieler Beziehung abweichen und Meteorsteine heißen. Die Nächte vom 11. bis zum 14. November und vom 8. bis 12. August sind an Sternschnuppen
 195 besonders reich. Bisweilen werden förmliche Sternschnuppen-Schwärme in diesen Nächten gesehen.

Die feste Masse der Sternschnuppen, auch sogar mancher großen Feuerkugeln, mag sehr unbedeutend sein, so daß sie oft nur wenig oder gar keine Stoffe herabfallen lassen. Aber es
 200 sind auch schon Meteorsteine von 300 kg. gefunden worden. 1808 fiel eine große Zahl solcher Steine, ein förmlicher Steinregen, zu Etannern in Mähren herab. Auch in Frankreich fand 1803 ein solcher Steinregen statt, der sich über 20 Ortschaften ausdehnte; dabei wurden ganze Äste
 205 von den Bäumen herabgeschlagen. Man brachte über 2000 solch seltsamer Steine zusammen, und zwar waren die, welche man unmittelbar nach dem furchtbaren Wetter aufsaß, noch heiß. Die Zahl der im Jahre 1868 zu Bultusf in Polen niedergefallenen Steine wird sogar auf 100 000 geschätzt.

95. Verwandlung der Insekten.

210 Mit den meisten Insekten oder Kerbtieren geht eine merkwürdige Verwandlung vor, durch welche ein und dasselbe Tier zu einem ganz andern wird. Erst ist es z. B. eine häßliche Raupe, die sehr gefräßig und schädlich ist, indem sie eine große Menge von Blättern und Knospen frißt, oder auch
 215 ein häßlicher Wurm, der von Kot lebt. Ist ihre Zeit gekommen, so sucht sie sich einen geschützten Ort, bleibt ruhig an dieser Stelle sitzen und scheint gestorben zu sein, nachdem sie sich öfters noch vorher ihr Sterbefleid gesponnen oder ihren

Sarg zurecht gemacht hat. Da liegt oder hängt sie dann lange wie tot, und die Raupe ist nun wirklich nicht mehr vorhanden. Auf einmal aber bricht der Frühlings-Sonnenschein herein; da springt der Sarg entzwei, und aus dem Grabe geht nun ein ganz andres Tier hervor, als das vorige war. Es ist ein schöner, bunter Schmetterling, der das Schädliche und Häßliche, was die Raupe hatte, abgelegt hat, 220 der gar keine Blätter mehr fressen mag, sondern mit seiner niedlichen, langen Zunge allenfalls bloß die Tautröpflein oder auch den Honigsaft aus den Blüten saugt, sehr oft aber auch gar nichts mehr zu genießen braucht, weil er sich in dieser seiner letzten Gestalt der Welt nur ganz kurze Zeit zeigt. 230

Sehr viele Insekten machen ein solches Absterben und eine gänzliche Verwandlung durch und leben hernach zuletzt als schönes, geflügeltes Insekt in der Luft und auf Bäumen, während sie vorher als Wurm in der Erde, im Wasser, im Morast und Unrat lebten. Doch können sich manche Insekten, 235 z. B. die häßliche Laus, nicht dazu entschließen, so zu sterben, und bleiben daher bis ans Ende das, was sie waren.

Bei einer solchen Verwandlung kann man sich nun viel denken, und schon die Alten haben deshalb den Schmetterling und seine Verwandlung als ein Sinnbild der Unsterblichkeit 240 der Seele betrachtet.

96. Das Ei des Vogels.

Der Vogel legt seine Eier in ein Nest. Ein solches Ei ist gar merkwürdig. Drin in der Mitte liegt der gelbe Dotter. Daraus wird das kleine Vögelschen, wenn die Eltern fleißig brüten. Der Dotter liegt im Eiweiß, und dieses ist 245

von Häuten umhüllt. Da kann der Dotter nun gar nicht gedrückt werden. Das Ganze ist endlich von der harten Eierschale eingeschlossen. So lange das Vöglein noch im Ei schlummert, nährt es sich vom Eiweiß. Wenn es aber
 250 erwacht, so pickt es mit seinem Schnäbelchen an die feste Wand seines dunklen Gemachs und möchte an das Tageslicht. Und sieh, es gelingt ihm! Das schwache Tierchen zerbricht das Gehäuse, in dem es geboren ward. Nun beginnen die Alten ihre sorgfältige Pflege. Vater und Mutter hüten ihre
 255 nackten Jungen gar treulich. Ihr könnt euch daher denken, wie weh es ihnen tut, wenn ein böser Bube ihnen ihr kleines Haus zerstört und ihnen die Eier wegnimmt oder die Jungen raubt.

97. Der Frosch.

Viele Leute fürchten sich vor den Fröschen. Aber ein
 260 Frosch tut niemandem etwas zuleide. Er ist nicht giftig, kann auch nicht beißen und nicht stechen. Manche Frösche sehen grün aus und haben auf der Oberseite des Körpers gelbe Streifen und schwarze Flecken. Dies sind grüne Wasserfrösche. Andre sehen braun aus; dies sind braune Gras-
 265 frösche. Der grüne Wasserfrosch hält sich am liebsten im Wasser auf. Er kann recht gut schwimmen und rudert dabei mit den langen Hinterbeinen. Diese zieht er ein und streckt sie dann wieder aus, und so bewegt er sich im Wasser fort. Die Frösche setzen sich aber auch an das Ufer hin. Wenn
 270 dann Menschen kommen, springen sie schnell ins Wasser und tauchen unter. Der braune Grasfrosch hält sich in den Gärten, auf den Wiesen, in den Feldern auf. Er kann aber

auch im Wasser leben. Im Frühjahr machen die Frösche oft ein sehr großes Geschrei. Besonders des Abends lassen sie ihr quak! quak! hören.

Im Frühlinge legen die Frösche Eier. Diese sind so groß²⁷⁵ wie eine Erbse. Der Frosch kann sie gar nicht ausbrüten; denn er ist immer kalt. Dies besorgt für ihn die Sonne. Darum legt er sie auch immer dahin, wohin die Sonne recht gut scheinen kann. Aus den Eiern kommen jedoch nicht gleich²⁸⁰ kleine Frösche, sondern Tierchen, die fast wie Fische aussehen, nur haben sie dickere Köpfe als diese. Man nennt sie Kaulquappen. Aus ihnen werden nach und nach kleine Frösche.

Im Herbst gehen die Frösche ins Wasser, legen sich auf den Grund und schlafen. Dann sind sie wie tot. Die²⁸⁵ Frösche fressen viele Fliegen, Mücken, Käfer, Schnecken, Spinnen. Sie sind dadurch nützlich.

98. Die Kartoffeln.

Die Kartoffeln wachsen auf dem Felde. Sie stehen in langen Reihen. In der Erde befinden sich die Wurzeln mit den Knollen. Die Knollen nennen wir Kartoffeln. Über²⁹⁰ der Erde ist der Stengel. An dem Stengel sehen wir Blätter und Blüten. Aus den Blüten werden grüne Kügelchen. Das sind die Früchte. Sie werden nicht gegessen. Im Herbst verdorren die Stengel und die Blätter. Dann sind die Kartoffeln reif. Nun ernten wir die Kar-²⁹⁵toffeln. Wir schütten sie in den Keller. Die Mutter kocht die Kartoffeln. Gute Kartoffeln sind eine gesunde Speise. Reiche und arme Leute essen sie gern. Auch die Haustiere füttert man mit Kartoffeln.

99. Der Winter.

300 Nun ist der Winter da! Es ist kalt, und die Erde ist
hart gefroren. Es ist Schnee gefallen, und auf den Dächern,
auf der Straße, im Garten und auf dem Felde liegt er wie
eine weiße Decke. Auch die Bäume tragen Schnee auf den
Zweigen. Das Wasser im See ist gefroren, und er hat eine
305 Eiskecke. Die Luft ist eisig und der Wind schneidend. Men-
schen und Tiere frieren auf der Straße und auf dem Felde.
Wenn die Kälte recht heftig wird, kann wohl jemand erfrieren.
Die Pflanzen und Samen auf dem Felde aber erfrieren
nicht; der Schnee deckt sie warm zu. Wir ziehen wärmere
310 Kleider an und Handschuhe. Reisende haben Pelze um.
Auch die Vögel haben ein wärmeres Federkleid als im
Sommer, die Schafe einen dicken Wollenpelz. — Der Winter
bringt Kälte, Schnee und Eis. Aber die Nadelbäume haben
noch ihre grünen Nadeln, und der Efeu und das Moos sind
315 ganz frisch und grün. Ihnen schadet die Kälte nicht. Die
Laubbäume aber haben ihre Blätter verloren.

ADJECTIVES FREQUENTLY USED.

The meaning of the words in this list should be committed to memory.

hart, <i>hard</i>	krumm, <i>round, bent</i>
weich, <i>soft</i>	genau, <i>exact</i>
scharf, <i>sharp</i>	farbig, <i>coloured</i>
spröde, <i>brittle</i>	gefärbt, <i>stained</i>
leicht, <i>light</i>	farblos, <i>colourless</i>
schwer, <i>heavy</i>	sichtbar, <i>visible</i>
kalt, <i>cold</i>	durchsichtig, <i>transparent</i>
heiss, <i>hot</i>	brechend, <i>refracting</i>
geglüht, <i>heated</i>	ähnlich, <i>similar</i>
dick, <i>thick</i>	gleich, <i>equal</i>
dünn, <i>thin</i>	stark, <i>strong</i>
schnell } <i>quick, swift</i>	schwach, <i>weak</i>
rasch }	reif, <i>ripe</i>
langsam, <i>slow</i>	biegsam, <i>flexible</i>
leer, <i>empty</i>	hohl, <i>hollow</i>
flüssig, <i>liquid</i>	starr, <i>rigid</i>
dehnbar, <i>ductile</i>	bestimmt, <i>definite</i>
teilbar, <i>divisible</i>	deutlich, <i>distinct</i>
gering, <i>simple</i>	künstlich, <i>artificial</i>
vollständig, <i>complete</i>	verbreitet, <i>distributed</i>
vollkommen, <i>perfect</i>	vermeidlich, <i>avoidable</i>
bloss, <i>bare</i>	bequem, <i>convenient</i>
gedeckt, <i>covered</i>	verschieden, <i>different</i>
wirksam, <i>effectual</i>	wesentlich, <i>important</i>
merklich, <i>perceptible</i>	erforderlich, <i>necessary</i>
bemerkbar, <i>noticeable</i>	auffallend, <i>exceptional</i>
bemerkenswert, <i>noteworthy</i>	nachweisbar, <i>detectable</i>
gerade, <i>straight</i>	lebhaft, <i>lively, brisk</i>
glatt, <i>smooth</i>	eigenthümlich, <i>peculiar</i>

The above are not to be regarded as other than the chief meanings of the words.

VERBS FREQUENTLY USED.

The meaning of the words in this list should be committed to memory.

betrachten, <i>consider</i>	umkehren, <i>turn round</i>
beobachten, <i>observe</i>	entfernen, <i>remove</i>
bestimmen, <i>determine</i>	empfinden, <i>be sensible of</i>
versuchen, <i>try, investigate</i>	zeigen, <i>show</i>
beweisen, <i>prove</i>	annähern, <i>bring near</i>
schliessen, <i>conclude</i>	eintreten, <i>enter</i>
enthalten, <i>contain</i>	berühren, <i>touch</i>
behalten, <i>maintain</i>	widerstreben, <i>oppose</i>
erklären, <i>explain</i>	erfolgen, <i>follow</i>
erzeugen, <i>produce</i>	heben, <i>raise</i>
sammeln, <i>collect</i>	anziehen, <i>attract</i>
vereinigen, <i>unite</i>	ausziehen, <i>draw out</i>
unterscheiden, <i>distinguish</i>	abstossen, <i>repel</i>
trennen, <i>separate</i>	färben, <i>colour</i>
entsprechen, <i>correspond to</i>	entfärben, <i>discolour</i>
entweichen, <i>vanish</i>	entzünden, <i>set on fire</i>
verlieren, <i>lose</i>	verbrennen, <i>burn</i>
verlassen, <i>leave</i>	glühen, <i>heat</i>
gewinnen, <i>win, get</i>	herstellen, <i>prepare</i>
bezeichnen, <i>denote</i>	einstellen, <i>put into, focus</i>
wiederholen, <i>repeat</i>	darstellen, <i>represent</i>
wahrnehmen, <i>perceive</i>	mitteilen, <i>communicate</i>
erfahren, <i>experience</i>	zunehmen, <i>increase</i>
zurückführen, <i>lead back</i>	abnehmen, <i>decrease</i>
kleben, <i>stick</i>	einnehmen, <i>receive</i>
entwickeln, <i>develop</i>	ausüben, <i>practise</i>
stattfinden, <i>take place</i>	beschreiben, <i>describe</i>
erwähnen, <i>mention</i>	bestehen, <i>consist</i>

The above are not to be regarded as other than the chief meanings of the words.

VOCABULARIES

OF

TECHNICAL TERMS IN

MATHEMATICS, PHYSICS, CHEMISTRY GEOLOGY, BOTANY, ZOOLOGY.

N.B.—These Vocabularies are intended (1) to supplement an ordinary dictionary and (2) to provide students of the various Sciences with word-lists which they may commit to memory, one or more sections at a time.

The words contained in these several Vocabularies will be found also in alphabetical order in the general Vocabulary on pp. 230-243.

MATHEMATIK.

Zahl, <i>f.</i>	number, figure	Ermittlung, <i>f.</i> ..	simplification
Bruch, <i>m.</i>	fraction	Berechnung, <i>f.</i>	calculation
<i>cp.</i> Partialbruch	mixed	<i>cp.</i> Oberflächensberechnung	
number		Bestimmung, <i>f.</i> ...	determination
Nenner, <i>m.</i>	denominator		
Zähler, <i>m.</i>	numerator		
Zeichen, <i>n.</i>	sign	Ableitung, <i>f.</i>	deduction
Wurzel, <i>f.</i>	root	Betrag, <i>m.</i>	amount
Quadrat, <i>n.</i>	square	unbestimmt	indefinite
<i>cp.</i> Quadratwurzel		unbekannt	unknown
Grenze, <i>f.</i>	limit	endlich	finite
Grenzwert, <i>m.</i> ..	limiting value	unendlich	infinite
Potenz, <i>f.</i>	power	gleichseitig	equilateral
Reihe, <i>f.</i>	series	gleichschenkelig ..	isosceles
<i>cp.</i> Potenzreihe		ein|fach	single, simple
Binomialreihe		drei|fach	threefold
die Taylor'sche Reihe		vermischt	mixed
Glied <i>n.</i>	member	veränderlich	variable
Restglied	remainder	entwickelt	developed
Zins, <i>n.</i>	interest	gesetz|mässig	regular
Zinsszins ..	compound interest	entgegen|gesetzt	opposite,
<i>cp.</i> Zinsszinsformel		contrary	
heutiger Wert, <i>m.</i>	present worth	teil|weise	partial

Gerade, *f.* straight line
 Fläche, *f.* surface, plane
cp. Ober|fläche .. (upper) surface
 Schnitt|fläche .. sectional
 area

Flächen|inhalt, *m.* ... surface area
 Quer|schnitt, *m.* ... cross section
 Kreis, *n.* circle
 Krümmung, *f.* curvature
 Bogen, *n.* arc
 Halb|kreis, *n.* semi-circle
 Halb|messer, *m.* = Radius, *m.*
 Ab|schnitt, *m.* section
 Kegel|schnitt, *m.* conic
 section

Ebene, *f.* plane
 Schnitt|punkt, *m.* point of
 section

Winkel, *m.* angle
 Aussen|winkel, *m.* .. exterior
 angle

Ablenkungs|winkel, *m.*
 angle of deviation

recht|winklig .. right-angled
 Rechteck, *n.* rectangle

Dreieck, *n.* triangle

Viel|eck, *n.* polygon

Parabel, *f.* parabola

Schwer|punkt, *m.* centre of
 gravity

Wende|punkt, *m.* point of
 inflexion

Berührungs|punkt, *m.* .. point
 of contact

Rück|kehr|punkt, *m.* .. point of
 reversal

Umhüllungs|linie, *f.* .. envelope

Kurven|schar, *f.* family of
 curves

Halbierungs|linie, *f.* .. bisecting
 line

Differential|rechnung, *f.*
 differential calculus

Differential|gleichung, *f.*
 differential equation

Doppel|integral, *n.* double
 integral

Lehr|satz, *m.* theorem
cp. der Moivre'sche Satz

Näherungs|methode, *f.*
 method of approximation

Voraussetzung, *f.* supposi-
 tion

Annahme, *f.* assumption

Anwendung, *f.* application

Gleich|gewicht, *n.* ... equilibrium

Geschwindigkeit, *f.* .. velocity

Beschleunigung, *f.* acce-
 leration

Drehung, *f.* rotation

Drehungs|winkel, *m.* .. angle of
 rotation

Drehungs|geschwindigkeit, *f.* ...
 angular velocity

Wirbel|bewegung, *f.* eddy
 or vortex motion

Wirbel|ring, *m.* vortex ring

Dreh|achse, *f.* .. axis of rotation

Schwingungs|zahl, *f.* .. number
 of vibrations

Reibung, *f.* friction, viscosity

cp. Reibungs|coefficient, *m.* ...

coefficient of friction or viscosity

stehende Wellen, *f. pl.* .. station-
 ary waves

Richtung, *f.* direction

Zerlegung, *f.* resolution

Wahrscheinlichkeit, *f.* .. pro-
 bability

Versicherung, *f.* insurance

Gleichung, *f.* equation

cp. Energie|gleichung

geometrische Orte, *m. pl.*
 geometric loci

darstellende Geometrie, *f.*
 descriptive geometry

Brenn|punkt, *m.* focus

Verwandschaft, *f.* ... relationship

Gestalt, *f.* form

N.B. — *Mathematical students
 should read also the vocabularies
 appended to the Physics section.*

PHYSIK.

- Eigenschaft, *f.* property
 Erscheinung, *f.* = Phänomen
cp. Natur|erscheinung
 Körper, *m.* body
 Druck, *m.* pressure
 Erde, *f.* earth
cp. Erd|induktor, etc.
 Welt, *f.* world
 Sinnen|welt .. external world
 Schwere, *f.* gravity
 Schwer|punkt, *m.* .. centre of gravity
 Schwer|kraft, *f.* .. gravitation
 Lot, *n.* plummet
 lot|recht vertical
 senk|recht perpendicular
 wage|recht horizontal
 Wage, *f.* balance
 Wage|schale, *f.* .. balance pan
 Wage|balken, *m.* .. balance arm
 Gewicht, *n.*
cp. Gewicht|satz
 Atom|gewicht
 Gleich|gewicht equilib-
 rium
 spezifisches Gewicht
 specific gravity
- Menge, *f.* quantity
cp. Stoff|menge
 Elektrizitäts|menge
 Verhältnis, *n.* .. ratio
 Einheit, *f.* unity, unit
cp. Gewichts|einheit
 Volumen|einheit
 Massen|einheit
 Wärme|einheit
- Fläche, *f.* surface, plane
cp. Wasser|fläche
 Eis|fläche
 Ober|fläche
 Hinter|fläche
 Erd|ober|fläche
 Ebene, *f.* plane
 Haupt|ebene chief plane
 schiefe Ebene .. inclined plane
 Kante, *f.* corner
 Rand, *m.* edge, rim
 Winkel, *m.* angle
 recht|winkelig .. rectangular
 Raum, *n.* space
 Zwischen|raum interstice
- Geschwindigkeit, *f.* .. velocity
 Beschleunigung, *f.* .. accelera-
 tion
cp. Schwer|beschleunigung
 Bewegung, *f.* motion
 Ruhe, *f.* rest
cp. Ruhe|lage
 Dichte, Dichtigkeit, *f.* .. density
 Verdichtung, *f.* compres-
 sion
 Verdünnung, *f.* rarefaction
 Inhalt, *m.* .. contents, capacity
 Kraft, *f.* force, power
 Schwer|kraft = Gravitation
 lebendige Kraft =
 Kinetische Energie
cp. Molekular|kräfte
 Spann|kraft elasticity
 Kraft|linien
 Trägheit, *f.* inertia
cp. Trägheits|moment

Lösung, f. solution
Lösungsmittel, n. solvent
Zähigkeit, f. = Viskosität

Annahme, f. supposition
Ausnahme, f. exception
Anmerkung, f. remark
Bedeutung, f. significance
Ergebnis, n. = Resultat
Beobachtung, f. observation
Bestimmung, f. determination
Beschreibung, f. description
Vergleichung, f. .. comparison
Empfindlichkeit, f. .. sensitive-
ness
Annäherung, f. .. approxima-
tion, approach
Berührung, f. contact
Verminderung, f. = Verkleine-
rung
Vergrößerung, f. = Vermehrung
Zusammensetzung, f. com-
position
Zusammenhang, m. .. connec-
tion, coherence
Beschaffenheit, f. .. constitution
Trennung, f. separation
Änderung, f. change
cp. Form|änderung
Veränderung
Temperatur|änderung, etc.
Verschiebung, f. ... displacement
Ablenkung, f. deviation,
deflection
Wirkung, f. action, effect
cp. Wärme|wirkung
Nach|wirkung .. reaction
Ursache, f. cause
Vorgang, m. = Prozess, etc.
Zustand, m. condition
cp. Aggregat|zustand
Gegenstand, m. subject
Umstand, m. circumstance

Schall, *m.* sound
cp. Schallrohr
 Schallerregung

Ton|erreg^{er}, *m...* sound producer
Stimm|gabel, *f.* .. tuning fork
Stimm|ritze, *f.* glottis
Gehör, *n.* hearing, ear
cp. Gehör|apparat
Gehör|organe
Gehör|nerv
Gehör|wahrnehmung
Fort|planzung, *f.* .. propagation
cp. Fort|planzungs|geschwin-
digkeit
Fort|planzungs|richtung
Trommel, *f.* drum
Trommel|fell, *n.* .. tympanum
Fern|sprecher = Telephon
Welle, *f.* wave
cp. Wellen|länge
Wellen|bewegung
Wellen|lehre
Wellen|zug

Klang|figuren, *f. pl.* ... sound
figures
Staub|figuren, *f. pl.* ... dust figures
Knoten, *m.* ... node
Bauch, *m.* ... antinode (stomach)

schmelzen to melt
Schmelz|wärme, f... latent heat
 of fusion
Schmelz|punkt, m. melting point
Gefrier|punkt, m... freezing point
sieden to boil
Siede|punkt, m. .. boiling point
Verdampfungs|wärme, f.
 latent heat of vaporisation

Dampf, m. steam
Dampfmaschine, f. steam engine
Dampfkessel, m. . . steam boiler
Wasser|dampf .. water vapour
Dampf|spannung, f. . . vapour pressure

Dämpfung, *f.* .. damping (elect.)
Verdampfen, *n.* .. evaporation
Verdunstung, *f.* .. evaporation
Über|hitzen, *n.*... super-heating
Über|kühlung, *f.* super-
cooling
Feuchtigkeit, *f.* humidity

CHEMIE.

Wasser|stoff, n. hydrogen	salpetrige Säure, f. .. nitrous acid (HNO_2)
Sauer|stoff, n. oxygen	Salpetrigsäure|anhydrid, n. nitrous anhydride (N_2O_3)
Stick|stoff, n. nitrogen	Kohlen|säure, f. carbonic acid (H_2CO_3)
Kohlen|stoff, n. carbon	Jod|säure, f. .. iodic acid (HIO_3)
Schwefel, n. sulphur	Jod|wasserstoff|säure, f. hydriodic acid (HI)
Chlor, n. chlorine	
Jod, n. iodine	
[Note, symbol = J]	
Brom, n. bromine	unter|chlorige Säure, f. hypochlorous acid (HClO)
Bor, n. boron	chlorige Säure, f. chlorous acid (HClO_2)
Arsen, n. arsenic	Über|chlor|säure, f. perchloric acid (HClO_4)
Kiesel, n. = Silicium	schwefel|saures Zink, n. = Zink|sulfat (ZnSO_4)
Kalium, n. potassium	unter|schweifig|saures Natrium, n. = Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
Natrium, n. sodium	
Eisen, n. iron	Kalium|chlorid, n. = Chlorkalium (KCl)
Chrom, n. chromium	salpetrigsaures Ammonium, n. = Ammonium|nitrit (NH_4NO_2)
Blei, n. lead	Barium|karbonat, n. = kohlen|saures Barium (BaCO_3)
Zinn, n. tin	Phosphor|wasserstoff, n. phosphoretted hydrogen (PH_3)
(but Zink, n. zinc)	Schwefel|calcium, n. = Calcium|sulfid (CaS)
Kupfer, n. copper	Arsen|trioxyd, n. arsenic trioxide (As_2O_3)
Queck|silber, n. mercury	
	Ameisen|säure, f. .. formic acid (H.COOH)
Legierung, f. alloy	
Messing, n. brass	
Glocken|metall, n. .. bell metal	
Neu|silber, n. .. German silver	
Roh|eisen, n. pig iron	
Schmiede|eisen, n. .. wrought iron	
Stahl, n. steel	
Schwefel|säure, f. .. sulphuric acid (H_2SO_4)	
schweflige Säure, f. sulphurous acid (H_2SO_3)	
Salz|säure, f. hydrochloric acid (HCl)	
Salpeter|säure, f. nitric acid (HNO_3)	

Probiër|glas, n. test tube
Probiër|glas|gestelle, f. .. test-tube stand
Porzellan|schale, f. .. porcelain basin
Reib|schale, f. mortar
Pistill, n. pestle
Aus|guss, m. spout
Rühr|stab, m. stirrer
Trichter, m. funnel
Scheide|trichter, m. .. separating funnel
Uhr|glas, n. watch glass
Verbrennungs|röhr, n. .. combustion tube
Wasserstoff|entwickelungs|apparat, m. hydrogen generator

Schmelzen, n. melting
Gefrieren, n. .. freezing, solidifying
Verdampfen, n. evaporation
Verdichten, n. condensation
Verflüssigung, f. .. liquefaction
Ver|änderung, f. change
Vorgang, m. = Prozess
Bestand|teil, m. .. constituent
Beimengung, f. admixture
Gemisch, n. mixture
Zersetzung, f. .. decomposition
bildlich graphically
Erhöhung, f. raising
Erniedrigung, f. lowering
cp. Temperatur|erniedrigung
Festigkeit, f. solidity
Durch|sichtig|keit, f. .. transparency
Dichte, f. density

Ätz|kalium, n. .. caustic potash
laugen|artig alkaline
cp. Kalium|lauge, f.
= Atskalium
Lackmus|papier, n. litmus paper

Brühen|wasser, n. water
Rück|stand, m. residue
Nieder|schlag, m. .. precipitate
Versuch, m. experiment
cp. Versuchs|kammer
Geschmack, m. taste
Geruch, m. smell
Gewicht, n. weight
Verhältnis, n. ratio
cp. Gewichts|verhältnis
Absorptions|verhältnis
Platin|blech, n. platinum foil
Meeres|spiegel, m. sea level
Gehalt, m. content
cp. Sauerstoff|gehalt
im Durchschnitt .. on an average
Atmung, f. respiration
cp. Sauerstoff|atmung

Gas|glüh|licht, n. incandescent light
Strumpf, m. (gas-) mantle
Russ, m. soot
Weiss|glut, f. white heat
Schnitt|brenner, m. .. bat's wing burner
Kern, m. zone (of a flame), kernel
un|verbrannt unburnt
an|ge|säuert acidified
über|sättigt supersaturated
rauchend fuming
löslich soluble
Perlen, n. .. bubbling (of fluids, etc.)
moussieren to sparkle, effervesce
Zu|fuhr, f. addition
cp. Sauer|stoff|zufuhr
Teil, m. part
Teilchen, n. particle
cp. Kohlen|teilchen
wach|weich soft as wax
silber|weiss .. "silvery" white
schwach|blau .. pale (lit. weak) blue

GEOLOGIE.

Krystallgestalt, <i>f.</i> ... crystalline form	vor rücken to move forward
Ansehen, <i>n.</i> appearance	Seiten moräne, <i>f.</i> lateral moraine
Umgrenzung, <i>f.</i> periphery, boundary	Mittel moräne, <i>f.</i> medial moraine
Kante, <i>f.</i> edge	Moränen|schutt, <i>m.</i> .. moraine drift
Dreieck, <i>n.</i> triangle	Muhr, Mure, <i>f.</i> .. earthy debris from Alps
Viereck, <i>n.</i> quadrangle	Schlamm, <i>m.</i> ... mud, slime, ooze <i>cp.</i> Schlamm|strom Schlamm|quelle
Vieleck, <i>n.</i> polygon	Schlacke, <i>f.</i> dross, scoria
Neigungswinkel, <i>m.</i> ... angle of inclination	Geröll, <i>n.</i> scree
Scheitelwinkel, <i>m.</i> apex angle	Fels|trümmer, <i>n. pl.</i> rock debris
Bogengrad, <i>m.</i> degree	Gesteins|trümmer, <i>n. pl.</i> rock debris
Teilkreis, <i>m.</i> divided scale	Gestein|schicht, <i>f.</i> rock stratum
Halbkreis, <i>m.</i> semicircle	Gestein|beschaffenheit, <i>f.</i> rock constitution
Spaltung, <i>f.</i> cleavage	Zer|trümmerung, <i>f.</i> disintegration, destruction
Diamant, <i>m.</i> diamond	Zer|rüttung, <i>f.</i> shattering, ruin
Achat, <i>m.</i> agate	Zer|setzung, <i>f.</i> ... decomposition
Smaragd, <i>m.</i> emerald	Tal|mulde, <i>f.</i> valley
Koralle, <i>f.</i> coral	Abhang, <i>m.</i> declivity, precipice
Jaspis, <i>m.</i> jasper	Firn, <i>m.</i> ... previous year's snow, névé
Türkis, <i>m.</i> turquoise	Lawine, <i>f.</i> avalanche
Granat, <i>m.</i> garnet	Buckel, <i>m.</i> lump
Marmor, <i>m.</i> marble	Geschiebe, <i>n.</i> boulder
Anleggoniometer, <i>n.</i> contact goniometer	(— <i>n.</i>) <i>pl.</i> shifting rocks
Gletscher, <i>m.</i> glacier	Schicht, <i>f.</i> stratum, layer
Gl—korn, <i>n.</i> gl. granule	Schicht|gestein, <i>n.</i> ... stratified rock
Gl—bach, <i>m.</i> gl. stream	
Gl—schutt, <i>m.</i> gl. drift	
Gl—schlamm, <i>m.</i> gl. mud	
note also Gletscher|eis	
Gletscher|spalt	
Gletscher|bett	
Vergletscherung, <i>f.</i> ... glaciation	
tauen to thaw	
<i>cp.</i> auf|tauen	
gefrieren to freeze	
<i>cp.</i> wieder|gefrieren	

- Schichten|fugen, *f. pl.* .. joints
of rock beds
Schichtung, *f.* stratification
Lagerung, *f.* stratification
schichtenförmige Lagerung
stratification
Lager, *n.* deposit
Ablagerung, *f.* deposition
Plättchen, *n.* lamina
Schiefer, *m.* schist, slate
Glimmer|schiefer .. mica-schist
Talk|schiefer talc-schist
Stein|bruch, *m.* quarry
Stein|mergel, *m.* .. stone marl
Stein|salz|grube, *f.* rock-
salt mine
Stein|sand, *m.* gravel
Stein|schnitt, *m.* ballast (for
roads)
stein|bildend .. forming stone,
lapidifical
Klüftung, *f.* layer, vein
Faltung, *f.* folding
Falte, *f.* fold
Ver|werfung, *f.* throw (of
rocks and faults)
An|richtung, *f.* tilting (of
rocks)
Ver|schiebung, *f.* displace-
ment, shifting
Über|schiebung, *f.* .. over-fold
Über|lagerung, *f.* over-lap
Streichen, *n.* .. strike (of rocks)
Böschung, *f.* slope, escarp-
ment
Ab|raum, *m.* shelf
Ab|nahme, *f.* shrinkage,
decrease
Nieder|schlag, *m.* precipita-
tion
Spannung, *f.* tension
Strecken, *n.* stretching
Gang, *m.* course, vein
Übergang, *m.* transition,
passage
Übergangs|gebirge, *n.*
transition rock
Kuppe, *f.* knoll, summit
cp. Quell|kuppe
Krater|kuppe
Erd|körper, *m.* .. terrestrial body,
earth
Erd|rinde, *f.* earth's crust
Erd|harz, *n.* asphalt, bitu-
men
Erd|beben, *n.* earthquake
Erd|zittern, *n.* .. earth tremor
Erd|rutsch, *m.* landslide
Welt|all, *n.* universe
Welt|kugel, *f.* .. celestial globe
See|beben, *n.* seaquake
Flut|welle, *f.* tidal wave
Ent|blössung, *f.* .. denudation
Land|schaft, *f.* landscape
Aus|grabung, *f.* .. excavation
Bruch, *m.* rupture, flaw
Aus|bruch, *m.* outbreak,
eruption
Ein|bruch, *m.* irruption
Aus|würfung, *m.* eruptive
product
Erguss, *m.* effusion
cp. Massen|erguss
Erhebung, *f.* upheaval
Stein|kohle, *f.* coal, coke
Steinkohlen|flöz, *n.* coal
seam
Steinkohlen|lager, *m.* .. coal
measure
Braun|kohle, *f.* lignite
Torf, *m.* peat, turf
Entwicklung, *f.* develop-
ment
Altertums|kunde, *f.* .. archae-
ology
Über|reste, *n. pl.* remains
Erkennungs|mittel, *n.* .. test,
means of recognition
Gattung, *f.* family, species
Tier|geschlecht, *n.* animal
species

Verwitterung, *f.* .. weathering, disintegration
 Versteinigung, *f.* .. petrification, fossilisation

Krusten|tiere, *n. pl.* .. crustacea
 Schalen|tiere, *n. pl.* .. shell fish
 Schnecke, *f.* .. snail
 Gehaus, *n.* .. shell (of snail, etc.)
 Anster, *f.* .. oyster
 Berg|auster, *f.* .. rock oyster
 Kink|horn, *n.* .. whelk
 Tinten|fisch, *m.* .. cuttle-fish
 See|stern, *m.* .. starfish
 See|igel, *m.* .. sea-urchin
 Meeres|alge, *f.* .. seaweed
 Muschel|tiere, *n. pl.* .. mollusca
 Wirbel|tiere, *n. pl.* .. vertebrata
 Knorpel|fisch, *m.* .. cartilaginous fish
 Schwamm, *m.* .. sponge, porifera
 Regen|wurm, *m.* .. earthworm
 Bärlapp, *m.* .. club-moss, *lycopodium*
 Bärlapp|staub, *n.* .. *lycopodium* powder
 Farn, *m.* .. fern

Koch|salz, *n.* .. common salt
 Stein|salz, *n.* .. rock-salt
 Salmiak, *n.* .. sal ammoniac
 Fluss|spat, *m.* .. fluorspar
 Schwer|spat, *m.* .. heavy spar
 Kalk|spat, *m.* .. Iceland spar
 Feld|spat, *m.* .. felspar
 Kalk|stein, *m.* .. limestone
 Gips, *m.* .. gypsum
 Kreide, *f.* .. chalk
 Glimmer, *m.* .. mica
 Bern|stein, *m.* .. amber
 Bims|stein, *m.* .. pumice-stone
 Kies(-sand), *m.* .. gravel
 Kiesel|stein, *m.* .. pebble
 Berg|kiesel, *m.* .. flint-stone
 Kiesel|säure, *f.* .. silicic acid

Schwefel, *n.* .. sulphur
 Schwefel|kies, *m.* .. pyrites
 Schwefel|säure, *f.* .. sulphuric acid

Sauer|stoff, *n.* .. oxygen
 Kohlen|stoff, *n.* .. carbon
 Kohlen|säure, *f.* .. carbonic acid
 Ton, *m.* .. clay
 Erz, *n.* .. ore
 Erz|ader, *f.* .. lode, mineral vein
cp. Magnet eisen erz
 Lehm, *m.* .. loam
 Geschiebe lehm, *m.* .. till
 Acker|boden, *m.* .. soil, humus
 Luft|loch, *m.* .. blow-hole
 angeschwemmt .. alluvial
 permisch .. Permian
 plutonisch .. Plutonic
 kalk|artig .. calcareous
 unter|irdisch .. subterranean
 gediegen .. native
 ein|heimisch .. indigenous
 tesseral .. tessellated
 trübe .. turbid, cloudy
 sand|artig .. arenaceous
 kohlen|stoff|haltig .. carbonaceous

Böhmen, *n.* .. Bohemia
 Bayern, *n.* .. Bavaria
 irisch, irländisch .. Irish
 Lissabon, *n.* .. Lisbon
 Mähren, *n.* .. Moravia
 Moldau, *f.* .. Moldavia
 München, *n.* .. Munich
 Köln, *n.* .. Cologne
 Öst(er)|reich, *n.* .. Austria
 sächsisch .. Saxon
 Schelde, *f.* .. Scheldt
 Schlesien, *n.* .. Schlesia
 schottisch .. Scotch
 Schweiz, *f.* .. Switzerland
 Venédig, *n.* .. Venice
 Wien, *n.* .. Vienna

Geological students will find the first few lists in the Botany and Zoology sections useful.

BOTANIK.

Eiche, *f.* oak
 Kork|eiche cork oak
 Buche, *f.* beech
 Birke, *f.* birch
 Fichte, *f.* pine
 Tanne, *f.* fir
 Kiefer, *f.* wild pine
 Weide, *f.* willow
 Pappel, *f.* poplar
 Ulme, *f.* elm
 Platane, *f.* plane-tree
 Ross|kastanie *f.* .. horse-chest-
 nut

Nelke, *f.* pink
 Tulpe, *f.* tulip
 Farn, *m.* fern
 Veilchen, *n.* violet
 Veilchen|gewächse, *n. pl.* violet
 plants

Geis|blatt, *n.* honeysuckle
 Mohn, *m.* poppy
 Nessel, *f.* nettle
 Schlüssel|blume, *f.* cowslip
 Gänse|blume, *f.* daisy
 Getreide, *n.* corn, grain
 Pilz, *m.* fungus, mushroom
cp. Spalt|pilze = Bakterien

Birne, *f.* pear
 Pflaume, *f.* plum
 Pfirsich, *m.* peach
 Mandel, *f.* almond
 Citrone, *f.* lemon
 Wein|traube, *f.* grape
 Him|beere, *f.* raspberry
 Johannis|beere, *f.* currant
 Stachel|beere, *f.* gooseberry
 Brom|beere, *f.* blackberry
 Erd|beere, *f.* strawberry
 Heidel|beere, *f.* bilberry

Runkel|rübe, *f.* } beetroot
 rote Rübe, *f.* }
 Mohr|rübe, *f.* } carrot
 gelbe Rübe, *f.* }
 weisse Rübe, *f.* turnip
 Zwiebel, *f.* onion
 Lanch, *m.* leek
 Erbse, *f.* pea
 Bohne, *f.* bean
 Kartoffel, *f.* potato
 Senf, *m.* mustard

Gewebe, *n.* tissue
 Gewebe|lehre, *f.* histology
 Fühl|gewebe = Parenchym ..
 ground tissue
 Haut|gewebe epidermal
 tissue
 Faser|gewebe = Rosenchym ..
 fibrous tissue
 Bildungs|gewebe = Meristem ..
 formative tissue
 Dauer|gewebe permanent
 tissue
 Strang|gewebe .. string-like
 tissue
 Gewebe|art, *f.* ... kind of tissue
cp. Pflanzen|gewebe
 Zellen|gewebe

Blatt, *n.* leaf
 Blatt|stiel, *m.* petiole
 Blatt|grün = Chlorophyll
 Kronen|blatt petal
 Staub|blatt = Anther
 Mittel|rippe, *f.* midrib
 Staub, *m.* (dust) = Pollen
 Staub|gefäß, *n.* stamen
 Staub|faden, *m.* staminal
 filament

- Staubblatt, *n.* anther
 Staubbeutel, *m.* ... pollen-sack
 Staubling, *m.* .. earth or puff ball
 Haut, *f.* skin, film
 Häutchen, *n.* film, pellicle
 Oberhaut = Epidermis
cp. Hautgewebe, *n.*
 Aderhaut
 Borke, *f.* bark
 Rinde, *f.* = Hypoderm .. cortex, bark
 Spalt, *m.* cleft, fissure
 Spaltöffnung, *f.* stoma
 Spaltpilze = Bacterien
 Wasserspalt water stoma
 Hanf, *m.* hemp
 Lein, *m.* flax, linen
 Flachs, *m.* flax
 Flachs[samen], *m.* linseed
 Flachs[seide], *f.* dodder
 Atmung, *f.* respiration
 Atmen[höhle], *f.* respiratory cavity
 Stengel, *m.* stem
 Stiel, *m.* stalk, pedicle
cp. Blattstiel
 Stempel, *m.* ... pistil (*bot.*), piston (*mech.*)
 Stempel[blüte], *f.* female flower
 Griffel, *m.* style
 Kelch, *m.* calyx
 Kelch[blatt], *n.* sepal
 Narbe, *f.* stigma
 Frucht[knoten], *m.* ovary
 Bast, *m.* bast
cp. Bast[lage, *f.*)
 Bast[teil, *m.*) phloem
 Borste, *f.* bristle
 Stachel, *m.* prickle, sting
cp. Stachel[beere, *f.*], gooseberry
 Schicht, *f.* layer, lamella
 einschichtig .. unilamellar
cp. Mittel[schicht
 Kambiumschicht
 Zellschicht
 Holzschicht
 Haar, *n.* hair
 Drüsenhaar .. glandular hair
 Brennhaar stinging hair
 Staubfadenhaar .. staminal filament hair
 Drüsenzotte, *f.* ... stipular gland
 Schliesszelle, *f.* guard cell
 Gefäßbündel, *n.* vascular bundle
 Holzgefäß, *n.* wood vessel
 Bastgefäß, *n.* {
 Siebrohr, *n.* } sieve tube
 Teil, *m.* part
cp. Holzteil
 Jahresring, *m.* yearly ring
 Mark, *n.* ... pith, juice, marrow
 Markstrahl, *m.* ... medullary ray
 Saft, *m.* sap, juice
cp. saftreich
 Ast, *m.* branch
 Wurzel, *f.* root, carrot
 Knolle, *f.* tuber, bulb
 Wachstum, *n.* growth
 wachskerbig notched
 wachsklebrig .. sticky, adhesive
 wachschleimig .. mucilaginous
 Samen, *m.* seed
 Samen[hülle], *f.* seed coat, perule
 Samenknospe, *f.* = Ovary
 Samenkern, *m.* kernel
 Samenlappen, *m.* = Kotyledon
 seed leaves
cp. Pflanzen[samen
 Samen[anhängsel
 Anhängsel, *n.* connective
 Keim, *m.* germ, seedling
 Keimkraft, *f.* .. power of germination
 Keimblatt, *n.* ... embryonic leaf

Keim|hülle, *f.* perisperm
Keim|ling, *m.*, = Embryo

Ei|weiss, *n.*, = Albumin

Nähr|stoff, *n.* food

Nähr|stoff, *n.* foodstuff

ein|häusig unisexual

Blüte, *f.* flower, bloom

Blüten|stiel, *m.* stalk

Staub|blatt|blüte, *f.* male

or staminate flower

Stempel|blüte, *f.* female

or pistillate flower

Büschel, *m.* tuft, bunch

Strauch, *n.* shrub

Streiferung, *f.* striation

getrennt segregate, separate

auf|speichern to store up

Hülsen|frucht, *f.* legume

herbst|lich autumnal

Honig|sporn, *m.* .. nectariferous

spur

Hefe, *f.* yeast

cp. Bier|hefe

Stärke, *f.* starch

Stärke|korn, *n.* .. starch grain

Gärung, *f.* fermentation

cp. Essig|gärung

Brut|zelle, *f.* spore

Aus|stülpung, *f.* bud, out-

growth

Sprossung, *f.* budding

cp. Spross|kolonie, *f.* .. colony

by budding

Scheide|wand, *f.* partition,

separating cell

Wand|belag, *m.* wall lining

Zell|kern, *m.* cell nucleus

Kern|teilung, *f.* nuclear

division

Zell|lumen, *n.* cell cavity

Frucht|knoten, *m.* = Ovarium

an|stecken to infect

Milz, *f.* spleen

Milz|brand, *m.* anthrax

Blattern, *f. pl.* smallpox

Staar|krampf, *m.* lockjaw

Schwind|sucht, *f.* ... consumption

S. G.

Ameisen|säure, *f.* .. formic acid

Essig|säure, *f.* acetic acid

Chrom|essig|säure, *f.* ... chromium

acetate

Wein|geist, *m.* alcohol

Milch|säure, *f.* lactic acid

Salz|säure, *f.* ... hydrochloric acid

Schwefel|säure, *f.* .. sulphuric

acid

Benzol, *n.* benzene

Chinol, *n.* quinol

Alaun, *m.* alum

Gyps|krystalle, *m. pl.* ... gypsum

crystals

Kali|lauge, *f.* caustic potash

Kalk|wasser, *n.* lime-water

Kohle|hydrat, *n.* .. carbohydrate

Koch|salz, *n.* common salt

Rasier|messer, *n.* razor

Schleif|stein, *m.* whetstone

Spritz|flasche, *f.* .. wash bottle

Ein|bettungs|mittel, *n.* am-

bedding medium

Note the formation of the following:—

nessel|artig urticaceous

kraut|artig herbaceous

sammet|artig velvety

rüssel|artig proboscis-

like

kanal|artig

mehl|artig

Getreide|arten, *f. pl.* .. cerealia

herz|förmig

stern|förmig

kugel|förmig

faden|förmig

trauben|förmig

linsen|förmig lenticular

Her|stellung, *f.* .. preparation

Ein|stellung, *f.* .. focussing (of
a microscope, etc.)

Fertig|stellung, *f.* .. mounting

Spiegel|stellung, *f.* mirror
adjustment

Fassung, *f.* setting

Flechte, <i>f.</i>	lichen	gabelteilig	forked (dichotomously branched)
Mycelfaden, <i>m. pl.</i>	fungal hyphae	Verdickungsleist, <i>m.</i> . .	thickening-fibre
Lebermoos, <i>m.</i>	liverwort	Auflockerung, <i>f.</i>	loosening
Laubmoos, <i>m.</i>	moss	wegschlendern	to scatter
Geschlechtsorgan, <i>m.</i>	sexual organ		

ZOOLOGIE.

- Tier|reich, *n.* animal king-
 dom
 Wirbel|tiere, *n. pl.* .. Vertebrata
 Weich|tiere, *n. pl.* Mollusca
 Ur|tiere, *n. pl.* Protozoa
 Säuge|tiere, *n. pl.* .. Mammalia
 Saug|tier, *n.* Suctorian
 Auf|guss|tierchen, *n. pl.* .. In-
 fusoria
 Kerb|tiere, *n. pl.* .. Insects
 Meerew|tier, *n.* ... marine animal
 Nagel|tier, *n.* rodent
 Huf|tier, *n.* hoofed animal
 Krusten|tiere, *n. pl.* .. Crustacea
 Glocken|tiere, *n. pl.* .. Campanu-
 laria
 Wechsel|tierchen, *n.* ... Amoebae
 Raub|tier, *n.* beast of prey
 Schnabel|tier, *n.* duckbill
 Flatter|tier, *n.* ... flying animal
 Flatter|hund, *m.* = Vampir
 Faul|tier, *n.* sloth

 Gliederfuss, *m.* arthropod
 Kiemenfüsser, *m.* .. branchio-
 pod
 Stachel|häuter, *f.*... Echinoder-
 mata
 Wieder|käufer, *m.* ruminant
 Frosch|lurche, *f.* batrachia
 Kopffüsser, *f.* Cephalopod
 Wirbel|säule, *f.* vertebral
 column
 Rücken|mark, *m.* .. spinal cord
 Gehirn, *n.* brain
 Schädel, *m.* skull
 Schädel|kapsel, *f.* .. cranium
 Kiefer, *m.* jawbone, jaw
 Becken, *n.* (basin), pelvis
 Becken|höhle, *f.*... pelvic cavity

 Rumpf, *m.* trunk, body
 Leber, *f.* liver
 Niere, *f.* kidney
 Nieren|krankheit, *f.* .. nephri-
 tic disorder
 Magen, *m.* stomach
 Magen|mund, *m.* .. cardiac
 orifice of stomach
 Magen|saft, *m.* ... gastric juice
 Speise|röhre, *f.* gullet
 Brust|höhle, *f.* thorax
 Bauch|höhle, *f.* abdomen
 Mantel|höhle, *f.* subpallial
 chamber
 Achsel|höhle, *f.* ... armpit, axilla
 Pfortner, *m.* pylorus
 Zwerch|fell, *n.* diaphragm

 Hals|wirbel, *m.* cervical
 vertebra
 brust- thoracic
 lenden- lumbar
 kreuz- sacral
 schwanz- caudal
 Schuppe, *f.* scale
 Borste, *f.* bristle
 Stachel, *m.* ... sting, prickle, spine
 Stachel|häuter = Echinodermata
 Wimper|haar, *n.* cilia
 Grannen haar, *n.* bristle
 Haut, *f.* skin, coat, cuticle
 Nick|haut, *f.* nictitating
 membrane
 Schwimm|haut, *f.* web
 Haut|entzündung, *f.*
 cutaneous inflammation
 Haut|bläschen, *n.* pimple
 Flug|haut, *f.* "wing"
 cp. Haut|muskelschlauch
 Stachel|häuter
 Haut|falte, *f.* fold of skin

Gerüst, *n.* .. framework, scaffold
Knochen'gerüst osseous
frame

Knochen'naht, *f.* suture
Knorpel, *m.* cartilage
Spann'flehse, *f.* .. sinew, tendon
Schloss'band, *n.* ligament
Schliess'muskel, *m.* .. adductor
muscle

Hand'gelenk, *n.* wrist
Schenkel, *m.* thigh
Schenkel'knochen, *m.* .. femur
Schenkel'gelenk, *n.* hip-
joint

Schlüssel'bein, *m.* .. collar-bone,
clavicle

Stummel, *m.* .. stump (of an arm)
Quadrat'bein, *n.* quadrate

Knochen'fortsatz, *m.* .. apophysis

Herz'beutel, *n.* .. pericardium

Herz'stoss, *m.* heart-beat

Herz'ohr, *n.* auricle

Herz'kammer, *f.* ventricle

Taschen'klappe, *f.* .. pocket valve

Blut'gefäss, *n.* blood-vessel

Blut'wegen, *n.* .. vascular system

Wasser'gefäss'system, *n.*
water vascular system

Blut'ader, *f.* = Venen

Schlag'ader, *f.* artery

Schlag'ader'bruch, *m.*
aneurism

Kreis'lauf, *m.* circulation

Atm'ung, *f.* respiration

Atem'rohr, *n.* windpipe

Kloaken'rohr, *n.* cloaca

Kieme, *f.* gill

Kiemen'höhle, *f.* .. gill cavity

Kiemen'deckel, *m.* .. gill flap

Kiemen'spalt, *f.* .. gill cleft

Kiemen'füsser, *m.* .. branchio-
pod

Nasen'loch, *n.* nostril

Spritz'loch, *n.* respiratory
aperture, spout

Mantel, *m.* mantle, pallium
Mantel'höhle, *f.* subpallial
space

Mantel'bucht, *f.* pallial
sinus

Mantel'linie, *f.* .. mantle line

Schlund, *m.* gullet

Schlund'kopf, *m.* .. pharynx

Schlund'kopf'bräune, *f.*
quinsy

Schleim, *m.* .. phlegm, mucus

Schleim'drüse, *f.* .. mucous
gland

Schleim'haut, *f.* mucous
membrane

Speichel, *m.* saliva, spittle

Speichel'drüse, *f.* .. salivary
gland

Bauch'speichel'drüse, *f.* .. pan-
creatic gland

Lab'drüse, *f.* peptic gland

Verdau'ung, *f.* digestion

Darm, *m.* gut, intestine

Darm'kanal, *m.* intestinal
canal

Dünn'darm small intes-
tine

Dick'darm large intes-
tine

Blind'darm caecum

Mast'darm rectum

Zwöl'finger'darm duo-
denum

Wurm'fortsatz, *m.* .. vermiform
appendix

Gallen'gang, *m.* bile duct

Milz, *f.* spleen

Harn'röhre, *f.* urethra

Fühler, *m.* feeler, antenna

Taster, *m.* antennule

Tast'organ, *n.* .. organ of touch

Fress'werk'zeug, *m.* mouth
parts

Zahn'bein, *n.* dentine

Kinn'backen, *m.* mandible

Schmelz, *m.* .. enamel (of teeth)
 Scheide|zahn, *m.* incisor
 Eck|zahn, *m.* eye-tooth
 Backen|zahn, *m.* molar
 Gaumen, *m.* palate
 Gaumen|segel, *n.* .. soft palate
 Zäpfchen, *n.* uvula
 Mandeln, *f. pl.* tonsils
 Kehle, *m.* throat, gorge
 Kehl|kopf, *m.* larynx
 Kehl|kopf|knorpel, *m.*
 thyroid cartilage
 Kehl|kopf|entzündung, *f.*
 laryngitis
 Kehl|ader, *f.* .. jugular vein

 Wasser|bewohner, *m.* .. aquatic
 animal
 Meeres|bewohner, *m.* .. marine
 animal
 Schnecke, *f.* snail
 Engerling, *m.* cockchafer
 grub
 Schwimm|käfer, *m.* water
 boatman
 Auster, *f.* oyster
 Schwamm, *m.* sponge,
 mushroom, porifera
 Miess|muschel, *f.* edible
 mussel
 Krebs, *m.* crab, crayfish
 Eidechse, *f.* lizard
 Blut|egel, *m.* leech

Raupe, caterpillar
 Schmetterling, *m.* butterfly
 Ameise, *f.* ant
 Mücke, *f.* gnat
 Käfer, *m.* beetle

 Raub|vogel, *m.* .. bird of prey
 Rebhuhn, *m.* partridge
 Sperling, *m.* sparrow
 Fledermaus, *f.* bat
 Spitzmaus, *f.* shrewmouse
 Biber, *m.* beaver
 Maulwurf, *m.* mole
 Wal, *m.*, Walfisch, *m.* .. whale
 seitlich|gleich symmetrical
 bauch|ständig .. bellied, inflated
 verkalkt calcined
 quer|höckerig .. papillated across
 the back
 Saug|füßchen, *n.* sucking foot
 Saug|napf, *m.* sucker
 Ernährung, *f.* nourishment
 Nessel|organ, *n.* stinging
 organ
 Lähmung, *f.* flagging,
 paralisation
 Knospung, *f.* gemmation,
 budding
 Sprossen, *n.* budding
 graben to dig
cp. Grab|arm, *m.* fossorial foot
 Schar|kralle, *f.* claw
 Schimmel, *m.* .. mould, mildew

ALPHABETICAL VOCABULARY.

Abhang, *m.*, declivity, precipice.
 Ablagerung, *f.*, deposition.
 Ableitung, *f.*, deduction.
 Ablenkung, *f.*, deviation, deflection.
 Ablenkungswinkel, *m.*, angle of deviation.
 Abnahme, *f.*, shrinkage, decrease.
 abnehmen, decrease.
 Abraum, *m.*, shelf.
 Abschnitt, *m.*, section.
 abstossen, repel.
 Abzugschrank, *m.*, draught cupboard.
 Achat, *m.*, agate.
 Achselhöhle, *f.*, armpit, axilla.
 Ackerboden, *m.*, soil, humus.
 ähnlich, similar.
 Alaun, *m.*, alum.
 Altertumskunde, *f.*, archaeology.
 Ameise, *f.*, ant.
 Ameisensäure, *f.*, formic acid
 (H. COOH).
 Änderung, *f.*, change.
 ange säuert, acidified.
 angeschwemmt, alluvial.
 Anlegegoniometer, *n.*, contact goniometer.
 Anhängsel, *n.*, connective.
 Anmerkung, *f.*, remark.
 annähern, bring near.
 Annäherung, *f.*, approximation, approach.
 Annahme, *f.*, assumption, supposition.
 Anpassungsfähigkeit = Akkomodation.
 Ansehen, *n.*, appearance.
 anstecken, to infect.
 Anwendung, *f.*, application.

anziehen, attract.
 Arsen, *n.*, arsenic.
 Arsen|trioxyd, *n.*, arsenic trioxide
 (As_2O_3).
 Ast, *m.*, branch.
 Atem|rohr, *n.*, windpipe.
 Atmen|höhle, *f.*, respiratory cavity.
 Atmung, *f.*, respiration.
 Ätz|kalium, *n.*, caustic potash.
 Atzsublimat, *m.*, corrosive sublimate
 (HgCl_2).
 auffallend, exceptional.
 Aufguss|tierchen, *n. pl.*, infusoria.
 Auf|lösung, *f.*, solution.
 Auf|richtung, *f.*, tilting (of rocks).
 auf|speichern, to store up.
 Ausbruch, *m.*, outbreak, eruption.
 Ausdehnung, *f.*, expansion.
 Ausgrabung, *f.*, excavation.
 Ausguss, *m.*, spout.
 Ausnahme, *f.*, exception.
 Aussen|winkel, *m.*, exterior angle.
 Ausstülpung, *f.*, bud, outgrowth.
 Auster, *f.*, oyster.
 ausüben, practise.
 Auswürfling, *m.*, eruptive product.
 ausziehen, draw out.

Backen|zahn, *m.*, molar.
 Bahn, *f.*, path.
 Barium|karbonat, *n.* = kohlen|saures
 Barium (BaCO_3).
 Bärlapp, *m.*, club-moss, lycopodium.
 Bärlapp|staub, *n.*, lycopodium powder.
 Bast, *m.*, bast.
 cp. Bast|lage, *f.* } phloëm
 Bast|teil, *m.* }

- Bast|gefäß, *n.*, sieve tube.
 Bauch, *m.*, antinode (stomach).
 Bauch|höhle, *f.*, abdomen.
 Bauch|speichel|drüse, *f.*, pancreas.
 bauch|ständig, bellied, inflated.
 Bäustoff, *n.*, foodstuff.
 Bayern, *n.*, Bavaria.
 Becher, *m.*, beaker.
 Becken, *n.*, (basin), pelvis.
 Becken|gürtel, *m.*, pelvic girdle.
 Becken|höhle, *f.*, pelvic cavity.
 Bedeutung, *f.*, significance.
 behalten, maintain.
 Beimengung, *f.*, admixture.
 bemerkbar, noticeable.
 bemerkenswert, noteworthy.
 Benzol, *n.*, benzene.
 beobachten, observe.
 Beobachtung, *f.*, observation.
 bequem, convenient.
 Berechnung, *f.*, calculation.
 Berg|auster, *f.*, rock oyster.
 Berg|kiesel, *m.*, flint-stone.
 Bernstein, *m.*, amber.
 Bernstein|säure, *f.*, succinic acid
 ($C_2H_4 \cdot (COOH)_2$).
 berühren, touch.
 Berührung, *f.*, contact.
 Berührungs|punkt, *m.*, point of con-
 tact.
 Beschaffenheit, *f.*, constitution.
 Beschleunigung, *f.*, acceleration.
 beschreiben, describe.
 Beschreibung, *f.*, description.
 Bestand|teil, *m.*, constituent.
 bestehen, consist.
 bestimmen, determine.
 bestimmt, definite.
 Bestimmung, *f.*, determination.
 betrachten, consider.
 Betrag, *m.*, amount.
 Beugung, *f.*, diffraction.
 Beugungs|gitter, *n.*, diffraction grat-
 ing.
 Bewegung, *f.*, motion.
 beweisen, prove.
 bezeichnen, denote.
 Biber, *m.*, beaver.
 biegsam, flexible.
 Bild, *n.*, image.
 bildlich, graphically.
 Bildungs|gewebe, *n.*, = Meristem,
 formative tissue.
 Bimsstein, *m.*, pumice.
 Birke, *f.*, birch.
 Birne, *f.*, pear.
 Blase|tisch, *m.*, blowpipe table.
 Blatt, *n.*, leaf.
 Blattern, *f. pl.*, smallpox.
 Blatt|grün = Chlorophyll.
 Blatt|stiel, *m.*, petiole.
 Blech, *n.*, foil, sheet metal.
 Blei, *n.*, lead.
 Bleich|kalk, *m.*, bleaching lime.
 Blei|essig, *m.*, lead acetate.
 Blei|weiss, *n.*, white lead.
 Blei|zucker, *m.*, sugar of lead.
 Blind|darm, *m.*, caecum.
 bloss, bare.
 Blut|ader, *f.* = Venen.
 Blüte, *f.*, flower, bloom.
 Blut|egel, *m.*, leech.
 Blüten|stiel, *m.*, stalk.
 Blut|gefäß, *n.*, blood-vessel.
 Blut|wegen, *n.*, vascular system.
 Bogen, *n.*, arc.
 Bogen|grad, *m.*, degree.
 Bogen|licht, *n.*, arc light.
 Böhmen, *n.*, Bohemia.
 Bohne, *f.*, bean.
 Bor, *n.*, boron.
 Borke, *f.*, bark.
 Borste, *f.*, bristle.
 Böschung, *f.*, slope, escarpment.
 Braun|kohle, *f.*, lignite.
 Brechbarkeit, *f.*, refractivity.
 brechend, refracting.
 Brechung, *f.*, = Refraktion.
 Brechungs|verhältnis, *n.*, refractive
 index.
 Brenn|haar, *n.*, stinging hair.
 Brenn|punkt, *m.*, focus.
 Brenn|weite, *f.*, focal length.
 Brenz|wein|säure, *f.*, glutaric acid
 ($C_5H_8(COOH)_2$).
 Brom, *n.*, bromine.
 Brom|beere, *f.*, blackberry.
 Bruch, *m.*, rupture, flaw.

Bruch, *m.*, fraction.
 Brunnen wasser, *n.*, well water.
 Brust-, thoracic.
 Brusthöhle, *f.*, thorax.
 Brut zelle, *f.*, spore.
 Buche, *f.*, beech.
 Buckel, *m.*, lump.
 Bunsen brenner, *m.*, Bunsen burner.
 Büschel, *m.*, tuft, bunch.
 Busssole, *f.*, compass.

Chinin, *n.*, quinine.
 Chinol, *n.*, quinol.
 Chlor, *n.*, chlorine.
 chlorige Säure, *f.*, chlorous acid
 (HClO_2).
 Chrom, *n.*, chromium.
 Chrom, essig säure, *f.*, chromium ace-
 tate.
 Citrone, *f.*, lemon.

Dampf, *m.*, steam.
 Dampf kessel, *m.*, steam boiler.
 Dampf machine, *f.*, steam engine.
 Dampf spannung, *f.*, vapour pressure.
 Dämpfung, *f.*, damping (elect.).
 Darm, *m.*, gut, intestine.
 Darm kanal, *m.*, intestinal canal.
 darstellen, represent.
 darstellende Geometrie, *f.*, descrip-
 tive geometry.
 Dauer gewebe, *n.*, permanent tissue.
 dehnbar, extensible, ductile.
 dehnen, to stretch.
 deutlich, distinct.
 Diamant, *m.*, diamond.
 Dichte, Dichtigkeit, *f.*, density.
 dick, thick.
 Dick darm, *m.*, large intestine.
 Differential gleichung, *f.*, differen-
 tial equation.
 Differential rechnung, *f.*, differential
 calculus.
 Doppel brechung, *f.*, double refrac-
 tion.
 Doppel integral, *n.*, double integral.
 Draht, *m.*, wire.
 Dreh achse, *f.*, axis of rotation.
 Dreh moment, *m.*, turning moment.

drehen, to turn.
 Drehung, *f.*, rotation.
 Drehungs geschwindigkeit, *f.*, an-
 gular velocity.
 Drehungs winkel, *m.*, angle of rota-
 tion.
 Drei eck, *n.*, triangle.
 drei fach, threefold.
 Drei fuss, *m.*, tripod.
 Druck, *m.*, pressure.
 Drüsen haar, *n.*, glandular hair.
 Drüsen zotte, *f.*, stipular gland.
 dünn, thin.
 Dünn darm, *m.*, small intestine.
 durchsichtig, transparent.
 Durch sichtig keit, *f.*, transparency.

Ebene, *f.*, plane.
 Eckzahn, *m.*, eye-tooth.
 Edel gas, *n.*, noble gas.
 Eiche, *f.*, oak.
 Eidechse, *f.*, lizard.
 Eier schale, *f.*, egg-shell.
 Eigenschaft, *f.*, property.
 eigentümlich, peculiar.
 Ein bettungs mittel, *n.*, embedding
 medium.
 Ein bruch, *m.*, irruption.
 ein fach, single, simple.
 ein häusig, unisexual.
 ein heimisch, indigenous.
 Einheit, *f.*, unity, unit.
 einnehmen, receive.
 Einrichtung, *f.*, arrangement.
 ein schichtig, unilamellar.
 einstellen, put into, focus.
 Ein stellung, *f.*, focussing (of a
 microscope, etc.).
 eintreten, enter.
 Eisen, *n.*, iron.
 Eisen feil späne, iron filings.
 Eisen stativ, *n.*, iron stand.
 Eisen vitriol, *m.*, green vitriol.
 Ei weiss = Albumin.
 empfinden, be sensible of.
 Empfindlichkeit, *f.*, sensitiveness.
 endlich, finite.
 Engerling, *m.*, cockchafer grub.
 Ent blössung, *f.*, denudation.

entfärben, discolour.
 entfernen, remove.
 entgegen|gesetzt, opposite, contrary.
 enthalten, contain.
 Entladung, *f.*, discharge.
 entsprechen, correspond to.
 entweichen, vanish.
 entwickeln, develop.
 entwickelt, developed.
 Entwicklung, *f.*, development.
 entzünden, set on fire.
 Erbse, *f.*, pea.
 Erd|beben, *n.*, earthquake.
 Erd|beere, *f.*, strawberry.
 Erde, *f.*, earth.
 Erd|harz, *n.*, asphalt, bitumen.
 Erd|körper, *m.*, terrestrial body, earth.
 Erd|rinde, *f.*, earth's crust.
 Erd|rutsch, *m.*, landslip.
 Erd|zittern, *n.*, earth tremor.
 erfahren, experience.
 erfolgen, follow.
 erforderlich, necessary.
 Ergebnis, *n.* = Resultat.
 Erguss, *m.*, effusion.
 erhabene Linse, *f.*, = Konvex|linse
 or Sammel|linse.
 Erhebung, *f.*, upheaval.
 Erhöhung, *f.*, raising.
 Erkennungs|mittel, *n.*, test, means
 of recognition.
 erklären, explain.
 Er|mittlung, *f.*, simplification.
 Ernährung, *f.*, nourishment.
 Erniedrigung, *f.*, lowering.
 Erscheinung, *f.* = Phänomen.
 erwähnen, mention.
 Erz, *n.*, ore.
 Erz|ader, *f.*, lode, mineral vein.
 erzeugen, produce.
 Essig, *m.*, vinegar.
 Essig|säure, *f.*, acetic acid
 ($\text{CH}_3\cdot\text{COOH}$).
 Experimentier|tisch, *m.*, lecture (ex-
 perimenting) table.
 Faden, *m.*, thread.
 faden|kreuz, crosswise.
 Fähigkeit, *f.*, capacity.

Falte, *f.*, fold.
 Faltung, *f.*, folding.
 färben, colour.
 farbig, coloured.
 farblos, colourless.
 Farn, *m.*, fern.
 Faser|gewebe, *n.*, = Rosenchym
 fibrous tissue.
 Fassung, *f.*, setting.
 Faul|tier, *n.*, sloth.
 Feder, *f.*, feather, needle, spring.
 Feder|wage, *f.*, spring balance.
 Feld|spat, *m.*, felspar.
 Fels|trümmer, *n. pl.*, rock débris.
 Fernrohr, *n.*, = Teleskop.
 Fern|sprecher, *m.*, = Telephon.
 Fertig|stellung, *f.*, mounting.
 Festigkeit, *f.*, solidity.
 Feuchtigkeit, *f.*, humidity.
 Fichte, *f.*, pine.
 Firn, *m.*, previous year's snow, névé.
 Fläche, *f.*, surface, plane.
 Flächen|inhalt, *m.*, surface area.
 Flächs, *m.*, flax.
 Flachs|samen, *m.*, linseed.
 Flachs|seide, *f.*, dodder.
 Flasche, *f.*, flask, bottle.
 Flatter|hund, *m.* = Vampir.
 Flatter|tier, *n.*, flying animal.
 Fledermaus, *f.*, bat.
 Flug|haut, *f.*, "wing."
 flüssig, liquid.
 Flüssigkeit, *f.*, liquid.
 Fluss|spat, *m.*, fluorspar.
 Flut|welle, *f.*, tidal wave.
 Fortpflanzung, *f.*, propagation.
 Fortpflanzungs|richtung, *f.*, direc-
 tion of propagation.
 Fress|werk|zeug, *m.*, mouth parts.
 Frosch|lurche, *f.*, batrachia.
 Frucht|knoten, *m.* = Ovarium.
 Fühler, *m.*, feeler, antenna.
 Fühl|gewebe, *n.*, = Parenchym,
 ground tissue.
 Funken|entladung, *f.*, spark dis-
 charge.

Gallen|gang, *m.*, bile duct.
 Gang, *m.*, course, vein.

Gänse'blume, *f.*, daisy.
 Gärung, *f.*, fermentation.
 Gas brenner, *m.*, gas burner.
 Gas glühlicht, *n.*, incandescent light.
 Gas hahn, *m.*, gas tap.
 Gas leitung, *f.*, gas service.
 Gas ofen, *m.*, gas furnace.
 Gattung, *f.*, family, species.
 Gaumen, *m.*, palate.
 Gaumen|sege^l, *n.*, soft palate.
 Gebläse|schacht|ofen, *m.*, blast furnace.
 gedeckt, covered.
 gefärbt, stained.
 Gefäß, *n.*, vessel.
 Gefäß|bündel, *n.*, vascular bundle.
 Gefrieren, *n.*, freezing, solidifying.
 Gefrier|punkt, *m.*, freezing point.
 Gegenstand, *m.*, subject.
 geglüht, heated.
 Gehalt, *m.*, content.
 Gehäus, *n.*, shell (of snail, etc.).
 Gehirn, *n.*, brain.
 Gehör, *n.*, hearing, ear.
 Geis|blatt, *n.*, honeysuckle.
 gelbe Rübe, *f.*, carrot.
 Gemisch, *n.*, mixture.
 genau, exact.
 geometrische Orte, *m. pl.*, geometric loci.
 gerade, straight.
 Gerade, *f.*, straight line.
 gering, simple.
 Geroll, *n.*, scree.
 Geruch, *m.*, smell.
 Gerüst, *n.*, framework, scaffold.
 gesättigt, saturated.
 Geschiebe, *n.*, boulder; (—n), *pl.*, shifting rocks.
 Geschiebe|lehm, *m.*, till.
 Geschmack, *m.*, taste.
 Geschwindigkeit, *f.*, velocity.
 gesetz|mässig, regular.
 Gestalt, *f.*, form.
 Gestein|beschaffenheit, *f.*, rock constitution.
 Gestein|schicht, *f.*, rock stratum.
 Gesteins|trümmer, *n. pl.*, rock débris.

Getreide, *n.*, corn, grain.
 getrennt, segregate, separate.
 Gewebe, *n.*, tissue.
 Gewebe|art, *f.*, kind of tissue.
 Gewebe|lehre, *f.*, histology.
 Gewicht, *n.*, weight.
 gewinnen, win, get.
 Gips, *m.*, gypsum.
 Glas|hahn, *m.*, glass tap.
 Glas stange, *f.*, glass rod.
 glatt, smooth.
 gleich, equal.
 Gleich|gewicht, *n.*, equilibrium.
 gleich|schenkelig, isosceles.
 gleich|seitig, equilateral.
 Gleich|strom, *m.*, continuous current.
 Gleichung, *f.*, equation.
 Gletscher, *m.*, glacier.
 Gletscher|bach, *m.*, glacier stream.
 Gletscher|korn, *n.*, glacier granule.
 Gletscher|schlamm, *m.*, glacier mud.
 Gletscher|schutt, *m.*, glacier drift.
 Note also Gletscher|bett.
 Gletscher|eis.
 Gletscher|spalt.
 Glied, *n.*, member.
 Gliederfuss, *m.*, arthropod.
 Glimmer, *m.*, mica.
 Glimmer|schiefer, *m.*, mica-schist.
 Glocken|metall, *n.*, bell metal.
 Glocken|tiere, *n. pl.*, campanularia.
 glühen, heat.
 Grab|arm, *m.*, fossorial foot.
 graben, to dig.
 Granat, *m.*, garnet.
 Grannen|haar, *n.*, bristle.
 Grenze, *f.*, limit.
 Grenz|wert, *m.*, limiting value.
 Griffel, *m.*, pistil.
 Gummi|schlauch, *m.*, rubber tubing.
 Gyps|krystalle, *m. pl.*, gypsum crystals.
 Haar, *n.*, hair.
 Halbierungs|linie, *f.*, bisecting line.
 Halb|kreis, *n.*, semi-circle.
 Halb|messer, *n.*, = Radius, *m.*
 Hals|wirbel, *m.*, cervical vertebra.

Hand|gelenk, *n.*, wrist.
 Harn|röhre, *f.*, urethra.
 hart, hard.
 Harz, *n.*, resin, rosin.
 Hanf, *m.*, hemp.
 Haupt|ebene, chief plane.
 Haut, *f.*, skin, coat, cuticle.
 Haut|bläschen, *n.*, vesicle.
 Häutchen, *n.*, film, pellicle.
 Haut|entzündung, *f.*, cutaneous in-
 flammation.
 Haut|falte, *f.*, fold of skin.
 Haut|gewebe, *f.*, epidermal tissue.
 Hebel, *m.*, lever.
 heben, raise.
 Hefe, *f.*, yeast.
 Heidel|beere, *f.*, bilberry.
 heiss, hot.
 herbst|lich, autumnal.
 herstellen, prepare.
 Her|stellung, *f.*, preparation.
 Herz|beutel, *n.*, pericardium.
 Herz|kammer, *f.*, ventricle.
 Herz|ohr, *n.*, auricle.
 Herz|stoss, *m.*, heart-beat.
 heutiger Wert, *m.*, present worth.
 Him|beere, *f.*, raspberry.
 hohl, hollow.
 Hohl|kugel, hollow sphere.
 Höl|len|stein, *m.*, lunar caustic
 (AgNO_3).
 Holz|gefäss, *n.*, wood vessel.
 Honig|sporn, *m.*, nectariferous spur.
 Hör|rohr, *n.*, ear trumpet.
 Huf|eisen|magnet, *m.*, horse-shoe
 magnet.
 Huf|tier, *n.*, hoofed animal.
 Hülsen|frucht, *f.*, legume.

 m Durchschnitt, on an average.
 inhalt, *m.*, contents, capacity.
 irisch, irländisch, Irish.

 jahres|ring, *m.*, yearly ring.
 jaspis, *m.*, jasper.
 jod, *n.*, iodine. [Note, symbol = J.]
 jod|säure, *f.*, iodic acid (HIO_3).
 jod|wasserstoff|säure, *f.*, hydri-
 odic acid (HI)

Johannis|beere, *f.*, currant.

 Käfer, *m.*, beetle.
 Kali|lauge, *f.*, caustic potash.
 Kalium, *n.*, potassi|um.
 Kalium|chlorid, *n.*, = Chlorkalium
 (KCl).
 Kalium|lauge, *f.*, = Ätzkalium.
 Kalk, *m.*, lime.
 Cp. Kalk|milch, *f.*, milk of lime.
 Kalk|wasser, *n.*, lime water.
 kalk|artig, calcareous.
 Kalk|spat, *m.*, Iceland spar.
 Kalk|stein, *m.*, limestone.
 Kalk|wasser, *n.*, lime-water.
 kalt, cold.
 Kante, *f.*, edge.
 Kartoffel, *f.*, potato.
 Kautschuk, *m.*, caoutchouc, rubber.
 Kegel|schnitt, *m.*, conic section.
 Kehl|ader, *f.*, jugular vein.
 Kehle, *m.*, throat, gorge.
 Kehl|kopf, *m.*, larynx.
 Kehl|kopf|entzündung, *f.*, laryngitis.
 Kehl|kopf|knorpel, *m.*, thyroid
 cartilage.
 Keil, *m.*, wedge.
 Keim, *m.*, germ, seedling.
 Keim|blatt, *n.*, embryonic leaf.
 Keim|hülle, *f.*, perisperm.
 Keim|kraft, *f.*, power of germina-
 tion.
 Keim|ling, *m.*, = Embryo.
 Kelch, *m.*, calyx.
 Kelch|blatt, *n.*, sepal.
 kerbig, notched.
 Kerb|tiere, *n. pl.*, Insects.
 Kern, *m.*, zone (of a flame),
 kernel.
 Kern|teilung, *f.*, nuclear division.
 Kiefer, *f.*, wild pine.
 Kiefer, *m.*, jawbone, jaw.
 Kieme, *f.*, gill.
 Kiemen|deckel, *m.*, gill flap.
 Kiemen|füsser, *m.*, branchiopod.
 Kiemen|höhle, *f.*, gill cavity.
 Kiemen|spalt, *f.*, gill cleft.
 Kies, *m.*, gravel, etc.
 Kiesel, *n.*, = Silicium.

Kiesel'säure, *f.*, silicic acid.
 Kieselstein, *m.*, pebble.
 Kies(-sand), *m.*, gravel.
 Kinkhorn, *n.*, wheel.
 Kinnbacken, *m.*, mandible.
 Klangfiguren, *f. pl.*, sound figures.
 kleben, stick.
 klebrig, sticky, adhesive.
 Klemme, *f.*, clamp.
 Kloakenrohr, *n.*, cloaca.
 Klüftung, *f.*, layer, vein.
 Knochenfortsatz, *m.*, apophysis.
 Knochengerüst, *n.*, osseous frame.
 Knochennaht, *f.*, suture.
 Knolle, *f.*, tuber, bulb.
 Knorpel, *m.*, cartilage.
 Knorpelfisch, *m.*, cartilaginous fish.
 Knospung, *f.*, gemmation, budding.
 Knoten, *m.*, node.
 Kochsalz, *n.*, common salt.
 Kohlehydrat, *n.*, carbohydrate.
 Kohlen-säure, *f.*, carbonic acid
 (H_2CO_3).
 Kohlenstoff, *n.*, carbon.
 kohlenstoffhaltig, carbonaceous.
 Kolben, *m.*, flask.
 Köln, *n.*, Cologne.
 Kopffüßer, *f.*, Cephalopod.
 Koralle, *f.*, coral.
 Kork-eiche, *f.*, cork oak.
 Körper, *m.*, body.
 Kraft, *f.*, force, power.
 Krebs, *m.*, crab, crayfish.
 Kreide, *f.*, chalk.
 Kreis, *n.*, circle.
 Kreislauf, *m.*, circulation.
 kreuz-, sacral.
 Kronenblatt, *n.*, petal.
 krumm, round, bent.
 Krümmung, *f.*, curvature.
 Krümmungsmittelpunkt, *m.*, centre
 of curvature.
 Krustentiere, *n. pl.*, Crustacea.
 Krystallgestalt, *f.*, crystalline
 form.
 Kugel, *f.*, sphere.
 künstlich, artificial.
 Kupfer, *n.*, copper.
 Kuppe, *f.*, knoll, summit.

Kurvenschar, *f.*, family of curves.
 Kurzschluss, *m.*, short circuit.
 kurz-sichtig, shortsighted.
 Lab'drüse, peptic, *f.*, gland.
 Lachgas, *n.*, laughing gas.
 Lackmuspapier, *n.*, litmus paper.
 Ladung, *f.*, charge.
 Lager, *n.*, deposit.
 Lagerung, *f.*, stratification.
 Lähmung, *f.*, flagging, paral-
 sation.
 Landschaft, *f.*, landscape.
 langsam, slow.
 Last, *f.*, load.
 Lauch, *m.*, leek.
 laugenartig, alkaline.
 Lawine, *f.*, avalanche.
 lebendige Kraft = kinetische
 Energie.
 Leber, *f.*, liver.
 lebhaft, lively, brisk.
 leer, empty.
 Legierung, *f.*, alloy.
 Lehm, *m.*, loam.
 Lehrsatz, *m.*, theorem.
 leicht, light.
 Lein, *m.*, flax, linen.
 Leiter, *m.*, conductor.
 Leitung, *f.*, conduction.
 Leitvermögen, *n.*, conductivity.
 lenden-, lumbar.
 Libelle, *f.*, (spirit) level.
 Lichtbündel, *n.*, pencil of light.
 Lichtstrahl, *m.*, ray of light.
 Linse, *f.*, lens.
 Lissabon, *n.*, Lisbon.
 löslich, soluble.
 Lösung, *f.*, solution.
 Lösungsmittel, *n.*, solvent.
 Lot, *n.*, plummet.
 lotrecht, vertical.
 Lötrohr, *n.*, blowpipe.
 Luft, *f.*, air.
 Luftbad, *n.*, air bath.
 Luftloch, *m.*, blow-hole.
 Lupe, *f.*, magnifying glass.
 Magen, *m.*, stomach.

- Ägen|mund, *m.*, cardiac orifice of stomach.
 Ägen|saft, *m.*, gastric juice.
 Ähren, *n.*, Moravia.
 Ändel, *f.*, almond.
 Ändeln, *f. pl.*, tonsils.
 Äntel, *m.*, mantle, pallium.
 Äntel|bucht, *f.*, pallial sinus.
 Äntel|höhle, *f.*, subpallial chamber.
 Äntel|linie, *f.*, mantle line.
 Ärk, *n.*, pith, juice, marrow.
 Ärk|strahl, *m.*, medullary ray.
 Äarmor, *m.*, marble.
 Äast|darm, *m.*, rectum.
 Äaulwurf, *m.*, mole.
 Äeeres|alge, *f.*, seaweed.
 Äeeres|bewohner, *m.*, marine animal.
 Äeeres|spiegel, *m.*, sea level.
 Äeeres|tier, *n.*, marine animal.
 Äenge, *f.*, quantity.
 Äennig, *m.*, or Mennige, *f.*, minium, red lead (Pb_3O_4).
 Äerklich, perceptible.
 Äessing, *n.*, brass.
 Äess|kolben, *m.*, measuring flask.
 Äies|muschel, *f.*, edible mussel.
 Äilch|säure, *f.*, lactic acid.
 Äilz, *f.*, spleen.
 Äilz|brand, *m.*, anthrax.
 Äitteilen, communicate.
 Äittel|moräne, *f.*, medial moraine.
 Äittel|rippe, *f.*, midrib.
 Äohn, *m.*, poppy.
 Äohr|rübe, *f.*, carrot.
 Äoldau, *f.*, Moldavia.
 Äoränen|schutt, *m.*, moraine drift.
 Äoussieren, to sparkle, effervesce.
 Äücke, *f.*, gnat.
 Äuhr, Äure, *f.*, earthy debris from Alps.
 Äünchen, *n.*, Munich.
 Äuschel|tiere, *n. pl.*, Mollusca.
 Äachweisbar, demonstrable.
 Äach|wirkung, *f.*, reaction.
 Äage|tier, *n.*, rodent.
 Näherungs|methode, *f.*, method of approximation.
 Nähr|stoff, *n.*, food.
 Näsen|loch, *n.*, nostril.
 Natrium, *n.*, sodium.
 Natron|lauge, *f.*, caustic soda.
 Neigungs|winkel, *m.*, angle of inclination.
 Nelke, *f.*, pink.
 Nenner, *m.*, denominator.
 Nessel, *f.*, nettle.
 Nessel|organ, *n.*, stinging organ.
 Netz|haut, *f.*, retina.
 Neu|silber, *n.*, German silver.
 Nick|haut, *f.*, nictitating membrane.
 Nieder|schlag, *m.*, precipitate, deposit.
 Niere, *f.*, kidney.
 Nieren|krankheit, *f.*, kidney disease.
 Nonius, *m.*, vernier.
 Ober|fläche, *f.*, (upper) surface.
 Ober|haut, *f.*, = Epidermis.
 optisches Drehvermögen, *n.*, optical rotation.
 Öst(er)|reich, *n.*, Austria.
 Pappel, *f.*, poplar.
 Parabel, *f.*, parabola.
 Pendel, *n.*, pendulum.
 Perlen, *n.*, bubbling (of fluids, etc.).
 permisch, Permian.
 Pfirsich, *m.*, peach.
 Pflaume, *f.*, plum.
 Pförtner, *m.*, pylorus.
 Phosphor|wasserstoff, *n.*, phosphorretted hydrogen (PH_3).
 Pilz, *m.*, fungus, mushroom.
 Pistill, *n.*, pestle.
 Platane, *f.*, plane-tree.
 Platin|blech, *n.*, platinum foil.
 Plättchen, *n.*, lamina.
 plutonisch, Plutonic.
 Polar|licht, *n.*, aurora borealis.
 Porzellan|schale, *f.*, porcelain basin.
 Potenz, *f.*, power.
 Probier|glas, *n.*, test tube.

Probier|gläschen, *n.*, test tube.
 Probier glas|gestelle, *f.*, test-tube stand.

Quadrat, *n.*, square.
 Quadrat|bein, *n.*, quadrate bone.
 Quadrat|wurzel, *f.*, square root.
 Queck|silber, *n.*, mercury.
 quer|höckerig, papillated across the back.
 Quer|schnitt, *m.*, cross section.
 Quetsch|hahn, *m.*, pinchcock.

Rand, *m.*, edge, rim.
 rasch, quick, swift.
 Rasier|messer, *n.*, razor.
 Raub|tier, *n.*, beast of prey.
 Raub|vogel, *m.*, bird of prey.
 rauchend, fuming.
 Raum, *n.*, space.
 Raupe, *f.*, caterpillar.
 Reb|huhn, *m.*, partridge.
 Recht|eck, *n.*, rectangle.
 recht|winkelig, rectangular.
 recht|winklig, right-angled.
 Regen|wurm, *m.*, earthworm.
 Regulier|schraube, *f.*, regulating screw.
 Reib|schale, *f.*, mortar.
 Reibung, *f.*, friction, viscosity.
 Reibungs|coefficient, *m.*, coefficient of friction or viscosity.
 reif, ripe.
 Reihe, *f.*, series.
 Rest|glied, *n.*, remainder.
 Retorten|halter, *m.*, retort stand.
 Richt|kraft, *f.*, directive force.
 Richtung, *f.*, direction.
 Rinde, *f.*, = Hypoderm, cortex, bark.
 Roh|eisen, *n.*, pig iron.
 Rohr, *n.*, tube.
 Rolle, *f.*, pulley.
 Röntgen|strahlen, *m.*, Röntgen rays.
 Ross|kastanie, *f.*, horse-chestnut.
 rote Rübe, *f.*, beetroot.
 rotes Blut|laugen salz, *n.*, potassium ferricyanide.

Rücken|mark, *m.*, spinal cord.
 Rück|kehr|punkt, *m.*, point of reversal.
 Rück|stand, *m.*, residue.
 Ruhe, *f.*, rest.
 Rühr|stab, *m.*, stirrer.
 Rumpf, *m.*, trunk, body.
 Runkel|rübe, *f.*, beetroot.
 Russ, *m.*, soot.

sächsisch, Saxon.
 Saft, *m.*, sap, juice.
 Salmiak, *m.*, sal-ammoniac.
 Salpeter|säure, *f.*, nitric acid (HNO_3).
 salpetrige Säure, *f.*, nitrous acid (HNO_2).
 Salpetrigsäure|anhydrid, *n.*, nitrous anhydride (N_2O_3).
 salpetrigsaures Ammonium, *n.* = Ammonium nitrit (NH_4NO_2).
 Salz|säure, *f.*, hydrochloric acid (HCl).
 Samen, *m.*, seed.
 Samen|hülle, *f.*, seed coat, perule.
 Samen|kern, *m.*, kernel.
 Samen|knospe, *f.*, = Ovulum.
 Samen|lappen, *m.*, = Kotyledon, see cleaves.
 sammeln, collect.
 sand|artig, arenaceous.
 Sättigung, *f.*, saturation.
 Sauer|stoff, *n.*, oxygen.
 Säugetiere, *n. pl.*, Mammalia.
 Saug|füßchen, *n.*, sucking foot.
 Saug|napf, *m.*, sucker.
 Saug|tier, *n.*, Suctorian.
 Schädel, *m.*, skull.
 Schädel|kapsel, *f.*, cranium.
 Schalen|tiere, *n. pl.*, shell-fish.
 Schall, *m.*, sound.
 scharf, sharp.
 Scharr|krallen, *f.*, claw.
 Scheide|trichter, *m.*, separating funnel.
 Scheide|wand, *f.*, partition, separating cell.
 Scheide|zahn, *m.*, incisor.

Scheitel|winkel, *m.*, apex angle.
 Schelde, *f.*, Scheldt.
 Schenkel, *m.*, thigh.
 Schenkel|gelenk, *n.*, hip-joint.
 Schenkel|knochen, *m.*, femur.
 Schicht, *f.*, stratum, layer.
 schichtenförmige Lagerung, *f.*, stratification.
 Schichten|fugen, *f. pl.*, joints of rock beds.
 Schicht|gestein, *n.*, stratified rock.
 Schichtung, *f.*, stratification.
 schiefe Ebene, *f.*, inclined plane.
 Schiefer, *m.*, schist, slate.
 Schimmel, *m.*, mould, mildew.
 Schlacke, *f.*, dross, scoria.
 Schlag|ader, *f.*, artery.
 Schlag|ader|bruch, *m.*, aneurysm.
 Schlamm, *m.*, mud, slime, ooze.
 Schleif|stein, *m.*, whetstone.
 Schleim, *m.*, phlegm, mucus.
 Schleim|drüse, *f.*, mucous gland.
 Schleim|haut, *f.*, mucous membrane.
 schleimig, mucilaginous.
 Schlesien, *n.*, Silesia.
 schliessen, conclude.
 Schliess|muskel, *m.*, adductor muscle.
 Schliess|zelle, *f.*, guard cell.
 Schloss|band, *n.*, ligament.
 Schlund, *m.*, gullet.
 Schlund|kopf, *m.*, pharynx.
 Schlund|kopf|bräune, *f.*, quinsy.
 Schlüssel|bein, *m.*, collar bone, clavicle.
 Schlüssel|blume, *f.*, cowslip.
 Schmelz, *m.*, enamel (of teeth).
 schmelzen, to melt.
 Schmelz|punkt, *m.*, melting point.
 Schmelz|tiegel, *m.*, crucible, melting pot.
 Schmelz|wärme, *f.*, latent heat of fusion.
 Schmetterling, *m.*, butterfly.
 Schmiede|eisen, *n.*, wrought iron.
 Schnabel|tier, *n.*, duckbill.
 Schnecke, *f.*, snail.
 schnell, quick, swift.

Schnitt brenner, *n.*, bat's-wing burner.
 Schnitt|fläche, *f.*, sectional area.
 Schnitt|punkt, *m.*, point of section.
 schottisch, Scotch.
 Schraube, *f.*, screw.
 Schrot, *n.*, small shot.
 Schuppe, *f.*, scale.
 schwach, weak.
 schwach|blau, pale (lit. weak) blue.
 Schwamm, *m.*, sponge, mushroom, porifera.
 schwanz-, caudal.
 Schwefel, *n.*, sulphur.
 Schwefel|calcium, *n.*, = Calcium sulfid (CaS).
 Schwefel|kies, *m.*, iron pyrites (FeS₂).
 Schwefel|säure, *f.*, sulphuric acid (H₂SO₄).
 schwefel saures Zink, *n.*, = Zink sulfat (ZnSO₄).
 schweflige Säure, *f.*, sulphurous acid (H₂SO₃).
 Schweiz, *f.*, Switzerland.
 schwer, heavy.
 Schwere, *f.*, gravity.
 Schwer|kraft, *f.*, = Gravitation.
 Schwer|punkt, *m.*, centre of gravity.
 Schwer|spat, *m.*, heavy spar.
 Schwefel, *n.*, sulphur.
 Schwimm|haut, *f.*, web.
 Schwimm|käfer, *m.*, water boatman.
 Schwind|sucht, *f.*, consumption.
 Schwingungs|zahl, *f.*, number of vibrations.
 See|beben, *n.*, seaquake.
 See|igel, *m.*, sea-urchin.
 See|stern, *m.*, starfish.
 Seh|nerv, *m.*, optic nerve.
 Seh|rohr, *n.*, = Teleskop.
 Seiten|moräne, *f.*, lateral moraine.
 seitlich, laterally placed.
 seitlich|gleich, symmetrical.
 Senf, *m.*, mustard.
 senk|recht, perpendicular.
 sichtbar, visible.

Sieb'rohr, *n.*, sieve tube.
 siedend, to boil.
 Siede punkt, *m.*, boiling point.
 Siegellack, *m.*, sealing-wax.
 silber weiss, "silvery" white.
 Sinnen welt, *f.*, external world.
 Skalen teil, *m.*, scale division.
 Smaragd, *m.*, emerald.
 Spalt, *m.*, cleft, fissure.
 Spalt öffnung, *f.*, stoma.
 Spalt pilze, *m. pl.*, = Bacterien.
 Spaltrohr, *n.*, = Collimator.
 Spaltung, *f.*, cleavage.
 Span, *m.*, chip, splinter.
 Spann flecke, *f.*, tendon, sinew.
 Spann|kraft, *f.*, elasticity.
 Spannung, *f.*, tension.
 spezifisches Gewicht, *n.*, specific gravity.
 Speichel, *m.*, saliva, spittle.
 Speichel drüse, *f.*, salivary gland.
 Speise|rohre, *f.*, gullet, oesophagus.
 Sperling, *m.*, sparrow.
 Spiegel, *m.*, mirror.
 Spiegel|stellung, *f.*, mirror adjustment.
 Spitz|maus, *f.*, shrewmouse.
 Sprach|rohr, *n.*, speaking-tube.
 Spritz|flasche, *f.*, wash bottle.
 Spritz|loch, *n.*, blow-hole, spout.
 spröde, brittle.
 Sprossen, *n.*, budding.
 Sprossung, *f.*, budding.
 Stachel, *m.*, sting, prickle, spine.
 Stachel beere, *f.*, gooseberry.
 Stachel häuter, *f.*, Echinodermata.
 Stahl, *m.*, steel.
 stark, strong.
 Stärke, *f.*, strength, power.
 Stärke, *f.*, starch.
 Stärke|korn, *n.*, starch grain.
 starr, rigid.
 Starr|krampf, *m.*, tetanus.
 stattfinden, take place.
 Staub, *m.*, (dust) = Pollen.
 Staub|beutel, *m.*, pollen-sack.
 Staub|blatt, *n.*, anther.
 Staub|blatt|blüte, *f.*, male staminate flower.

Staub faden, *m.*, staminal filament.
 Staub faden|haar, *n.*, staminal filament hair.
 Staub figuren, *f. pl.*, dust figures.
 Staub gefäss, *n.*, stamen.
 Staubling, *m.*, earth or puff ball.
 stehende Wellen, *f. pl.*, stationary waves.
 stein bildend, forming stone, lapidifical.
 Stein|bruch, *m.*, quarry.
 Stein kohle, *f.*, coal, coke.
 Steinkohlen floss, *n.*, coal seam.
 Steinkohlen lager, *m.*, coal measure.
 Stein mergel, *m.*, stone marl.
 Stein|salz, *n.*, rock-salt.
 Stein|salz grube, *f.*, rock-salt mine.
 Stein|sand, *m.*, gravel.
 Stein|schutt, *m.*, ballast (for roads).
 Stempel, *m.*, pistil (*bot.*), piston (*mech.*).
 Stempel|blüte, *f.*, female pistillate.
 Stengel, *m.*, stem.
 Stick|stoff, *n.*, nitrogen.
 Stiel, *m.*, stalk, pedicle.
 Stimm|gabel, *f.*, tuning fork.
 Stimm ritze, *f.*, glottis.
 Stöpsel, *m.*, stopper.
 Strahlung, *f.*, radiation.
 Strang|gewebe, *n.*, string-like tissue.
 Strauch, *n.*, shrub.
 Strecken, *n.*, stretching.
 Streichen, *n.*, strike (of rocks).
 Streiferung, *f.*, striation.
 Strom, *m.*, stream, electric current.
 Strom|prüfer, *m.*, current tester.
 Strom|stärke, *f.*, current strength.
 Strom|zeiger, *m.*, current indicator.
 Strumpf, *m.*, (gas-) mantle.
 Stummel, *m.*, stump (of an arm).
 Sumpf|gas, *n.*, marsh gas.
 Talk|schiefer, *m.*, talc-schist.
 Tal|mulde, *f.*, valley.
 Tanne, *f.*, fir.
 Taschen|klappe, *f.*, pocket valve.
 Taster, *m.*, antennule.
 Tast|organ, *n.*, organ of touch.
 tanen, to thaw.

Tau|punkt, *m.*, dew point.
 Teer, *m.*, tar.
 Teil, *m.*, part.
 cp. Teil strich, *m.*, section.
 teilbar, divisible.
 Teilchen, *n.*, particle.
 Teil kreis, *m.*, divided scale.
 teil weise, partial.
 tesseral, tessellated.
 Tiegel zange, *f.*, crucible tongs.
 Tier geschlecht, *n.*, animal species.
 Tier reich, *n.*, animal kingdom.
 Tinten fisch, *m.*, cuttle-fish.
 Ton, *m.*, clay.
 Ton|erde, *f.*, = Aluminiumoxyd.
 Ton erregter, *m.*, sound producer.
 Ton|schiefer, *m.*, schist, clay slate.
 Torf, *m.*, peat, turf.
 Trägheit, *f.*, inertia.
 trennen, separate.
 Trennung, *f.*, separation.
 Trichter, *m.*, funnel.
 Trommel, *f.*, drum.
 Trommel|fell, *n.*, tympanum.
 trübe, turbid, cloudy.
 Tulpe, *f.*, tulip.
 Türkis, *m.*, turquoise.

Über|chlor|säure, *f.*, perchloric acid
 (HClO_4).

Ü|bergang, *m.*, transition, passage.

Ü|bergangs|geberge, *n.*, transition
 rock.

Ü|ber|hitzen, *n.*, super-heating.

Ü|ber|kühlung, *f.*, super-cooling.

Ü|ber|lagerung, *f.*, over-lap.

Ü|ber|reste, *n. pl.*, remains.

ü|ber|sättigt, supersaturated.

Ü|ber|schiebung, *f.*, over-fold.

Uhr|glas, *n.*, watch glass.

Ulme, *f.*, elm.

Um|grenzung, *f.*, periphery, bound-
 ary.

Um|hüllungs|linie, *f.*, envelope.

um|kehren, turn round.

Um|stand, *m.*, circumstance.

un|bekannt, unknown.

un|bestimmt, indefinite.

S.G.

un|endlich, infinite.

Unter|brecher, *m.*, interrupter.

unter|chlorige Säure, *f.*, hypo-
 chlorous acid (HClO).

unter|irdisch, subterranean.

unterscheiden, distinguish.

unter|schweflig saures Natrium, *n.*
 = Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

un|verbrannt, unburnt.

Ur|meristem, *n.*, primary meristem.

Ur|sache, *f.*, cause.

Ur|tiere, *n. pl.*, Protozoa.

Veilchen, *n.*, violet.

Veilchen|gewächse, *n. pl.*, violet
 plants.

Venédig, *n.*, Venice.

ver|änderlich, variable.

Ver|änderung, *f.*, change.

Ver|bindung, *f.*, compound.

ver|breitet, distributed.

verbrennen, burn.

Verbrennungs|rohr, *n.*, combustion
 tube.

Verdampfen, *n.*, evaporation.

Verdampfungs|wärme, *f.*, latent
 heat of vaporisation.

Verdauung, *f.*, digestion.

Ver|dichten, *n.*, condensation.

Ver|dichtung, *f.*, compression.

Ver|dünnung, *f.*, rarefaction.

Verdunstung, *f.*, evaporation.

vere|inigen, unite.

Ver|flüssigung, *f.*, liquefaction.

Verg|leichung, *f.*, comparison.

Verg|letscherung, *f.*, glaciation.

Ver|größerung, *f.*, magnification.

Ver|hältnis, *n.*, ratio.

verkalkt, calcined.

ver|lassen, leave.

ver|lieren, lose.

ver|meidlich, avoidable.

Verminderung, *f.*, = Verkleinerung.

ver|mischt, mixed.

Verschiebung, *f.*, displacement,
 shifting.

ver|schieden, different.

Versicherung, *f.*, insurance.

Versicherung, *f.*, safeguard, fuse.

Versteinerung, *f.*, petrification, fossilisation.
 Versuch, *m.*, experiment.
 versuchen, try, investigate.
 Verteilung, *f.*, distribution.
 vertiefte Linse = Konkave linse.
 Verwandschaft, *f.*, relationship.
 Verwerfung, *f.*, throw (of rocks and faults).
 Verwitterung, *f.*, weathering, disintegration.
 Viereck, *n.*, polygon.
 Viereck, *n.*, quadrangle.
 vollkommen, perfect.
 vollständig, complete.
 Voraussetzung, *f.*, supposition.
 Vorbereitung, *f.*, preparation.
 Vorgang, *m.*, = Prozess.
 vor|rücken, to move forward.

Wachs, *n.*, wax.
 wachskerb, notched.
 wachsklebrig, sticky, adhesive.
 wachschleimig, mucilaginous.
 Wachstum, *n.*, growth.
 wachweich, soft as wax.
 Wage, *f.*, balance.
 Wagebalken, *m.*, balance arm.
 wage|recht, horizontal.
 Wage|schale, *f.*, balance pan.
 wahrnehmen, perceive.
 Wahrscheinlichkeit, *f.*, probability.
 Wal, *m.*, Walfisch, *m.*, whale.
 Wand|belag, *m.*, wall lining.
 Wanne, *f.*, trough, sink.
 Wasser|bewohner, *m.*, aquatic animal.
 Wasser|dampf, *m.*, water vapour.
 Wasser|gefäß|system, *n.*, water vascular system.
 Wasser|leitung, *f.*, water service.
 Wasser|spalt, *m.*, water stoma.
 Wasser|stoff, *n.*, hydrogen.
 Wasserstoff|entwicklungs|apparat, *m.*, hydrogen generator.
 Wasser|strahl|gebläse, *n.*, hydraulic bellows.
 Wasser|wert, *m.*, water equivalent.

Wechsel|strom, *m.*, alternating current.
 Wechsel|tierchen, *n. pl.*, Amoebae.
 weich, soft.
 Weich|tiere, *n. pl.*, Mollusca.
 Weide, *f.*, willow.
 Wein|geist, *m.*, alcohol, spirits of wine.
 Wein|traube, *f.*, grape.
 weisse Rübe, *f.*, turnip.
 Weiss|glut, *f.*, white heat.
 weit|sichtig, longsighted.
 Welle, *f.*, wave.
 Welt, *f.*, world.
 Welt|all, *n.*, universe.
 Welt|kugel, *f.*, celestial globe.
 Wende|punkt, *m.*, turning point.
 wesentlich, important.
 wiederholen, repeat.
 Wieder|kauer, *m.*, ruminant.
 wiederstreben, oppose.
 Wien, *n.*, Vienna.
 Wimper|haar, *n.*, cilia.
 Winkel, *m.*, angle.
 Wirbel|bewegung, *f.*, eddy or vortex motion.
 Wirbel|ring, *m.*, vortex ring.
 Wirbel|säule, *f.*, vertebral column.
 Wirbel|tiere, *n. pl.*, Vertebrata.
 wirksam, effectual.
 Wirkung, *f.*, action, effect.
 Wurm|fortsatz, *m.*, vermiform appendix.
 Wurzel, *f.*, root, carrot.

Zähigkeit, *f.* = Viskosität.
 Zahl, *f.*, number, figure.
 Zähler, *m.*, numerator.
 Zahn|bein, *n.*, dentine.
 Zäpfchen, *n.*, uvula.
 Zeichen, *n.*, sign.
 zeigen, show.
 Zell|kern, *m.*, cell nucleus.
 Zell|lumen, *n.*, cell cavity.
 Zerlegung, *f.*, resolution.
 Zer|rüttung, *f.*, shattering, ruin.
 Zer|setzung, *f.*, decomposition.
 Zerstreuung, *f.*, dispersion.

Zer|trümmerung, *f.*, disintegration,
destruction.

Zimmt alkohol, *m.*, cinnamyl alcohol.

Zinn, *n.*, tin (but Zink, *n.*, zinc).

Zins, *n.*, interest.

Zinseszins, compound interest.

Zu fuhr, *f.*, addition.

Zug|richtung, *f.*, direction of force.

zunehmen, increase.

zurückführen, lead back.

Zurück|werfung, *f.*, = Reflexion.

Zusammenhang, *m.*, connection, co-
herence.

Zusammensetzung, *f.*, composition.

Zustand, *m.*, condition.

Zwerch fell, *n.*, diaphragm.

Zwiebel, *f.*, onion.

Zwischen raum, *m.*, interstice.

Zwölf finger darm, *m.*, duodenum.

A complete Catalogue of Text-Books published by the University Tutorial Press, and separate Sectional Catalogues in English Language and Literature, French, Mathematics, and Science, may be had on application to the Publisher.

SELECTED TEXT-BOOKS IN SCIENCE

PUBLISHED BY THE

University Tutorial Press Ltd.

25 HIGH ST., NEW OXFORD ST., W.C. 2.

Chemistry.

The Tutorial Chemistry. By G. H. BAILEY, D.Sc.,
Ph.D. Edited by WM. BRIGGS, LL.D., M.A., B.Sc., F.C.S.

PART I. Non-Metals. *Fourth Edition.* 5s.

PART II. Metals and Physical Chemistry. *Sixth Edition.* 7s. 6d.

Inorganic Chemistry: Mainly Metals. By G. H.
BAILEY, D.Sc., Ph.D., and D. R. SNELLGROVE, Ph.D., M.Sc.,
F.C.S., A.I.C. 6s. 6d. [In the press.]

Qualitative Analysis. By WM. BRIGGS, LL.D., M.A.,
B.Sc., F.C.S., and R. W. STEWART, D.Sc. 4s.

Elementary Quantitative Analysis. By WM. BRIGGS,
LL.D., M.A., B.Sc., and H. W. BAUSOR, M.A., F.C.S. 3s.

Senior Chemistry. By G. H. BAILEY, D.Sc., Ph.D.,
and H. W. BAUSOR, M.A., F.C.S., F.I.C. *Second Edition.* 6s. 6d.

Senior Practical Chemistry. By H. W. BAUSOR,
M.A., F.C.S., F.I.C. 4s.

Senior Volumetric Analysis. By H. W. BAUSOR,
M.A., F.C.S., F.I.C. 2s.

Junior Chemistry. By R. H. ADIE, M.A., B.Sc.
Second Edition. 3s. 6d.

Preliminary Chemistry. By H. W. BAUSOR, M.A.,
F.C.S., F.I.C. 2s.

Bailey's Elementary Chemistry. By Dr. G. H.
BAILEY. Edited by Dr. WM. BRIGGS. *Fourth Edition.* 5s. 6d.

Chemistry for Matriculation. By G. H. BAILEY,
D.Sc., Ph.D., and H. W. BAUSOR, M.A., F.C.S., F.I.C.
Second Edition. 7s. 6d.

University Tutorial Press Ltd., London, W.C. 2.

Chemistry—continued.

An Introductory Course of Chemistry. By H. W. BAUSOR, M.A., F.C.S., F.I.C. 3s. 6d.

Chemical Calculations. By H. W. BAUSOR, M.A., F.C.S., F.I.C. 2s. 6d. *Advanced Course.* 1s. 6d.

Systematic Practical Organic Chemistry. By G. M. NORMAN, B.Sc., A.R.C.S., F.C.S. *Second Edition.* 2s. 3d.

Qualitative Determination of Organic Compounds. By J. W. SHEPHERD, B.Sc. 9s. 6d.

The Elements of Organic Chemistry. By E. I. LEWIS, M.A., B.Sc., F.C.S. 4s.

Introduction to the Carbon Compounds. By R. H. ADIE, M.A., B.Sc. 3s.

Physics.

The Tutorial Physics. By W. R. BOWER, B.Sc., A.R.C.S., EDMUND CATCHPOOL, B.Sc., R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E., Professor JOHN SATTERLY, D.Sc., M.A., R. W. STEWART, D.Sc., and C. J. L. WAGSTAFF, M.A.

A series of books suitable for University classes and for the highest forms of secondary schools.

I. Sound, Text-book of. By EDMUND CATCHPOOL, B.Sc. *Fifth Edition.* 6s. 6d.

II. Heat, Text-book of. By Dr. STEWART and Professor SATTERLY. 6s. 6d.

III. Light, Text-book of. By Dr. STEWART and Professor SATTERLY. *Fifth Edition.* 6s. 6d.

IV. Magnetism and Electricity, Intermediate Text-book of. By R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E. *Second Edition.* 9s. 6d.

V. Properties of Matter. By C. J. L. WAGSTAFF, M.A. *Fourth Edition.* 5s.

VI. Practical Physics. By W. R. BOWER, B.Sc., A.R.C.S., and Professor JOHN SATTERLY, D.Sc., M.A. *Second Edition.* 7s.

Magnetism and Electricity, Advanced Text-book of. By R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E. In Two Vols. *Second Edition.* 12s. 6d.

Heat, New Matriculation. Second Edition. Light, New Matriculation. Sound, New Matriculation. By Dr. STEWART. Each, 4s.

Physics, Matriculation. (Heat, Light, and Sound.) By R. W. STEWART, D.Sc., and JOHN DON, M.A., B.Sc. *Second Edition.* 6s. 6d.

Magnetism and Electricity, Matriculation. By R. H. JUDE, D.Sc., M.A., and Professor JOHN SATTERLY, D.Sc., M.A. *Third Edition.* 6s. 6d.

Physics—continued.

- Heat, Senior.** By Dr. STEWART and Professor SATTERLY.
Second Edition. 5s.
- Heat, Junior.** By Professor SATTERLY. *2nd Ed.* 2s. 6d.
- Sound and Light, Senior.** By Dr. STEWART and
Professor SATTERLY. 6s.
- Sound and Light, Junior.** By Dr. STEWART and
Professor SATTERLY. 3s. 6d.
- Magnetism and Electricity, Senior.** By Dr. JUDE
and Professor SATTERLY. *Third Edition.* 6s. 6d.
- Magnetism and Electricity, Junior.** By Dr. JUDE
and Professor SATTERLY. *Second Edition.* 3s. 6d.
- Junior Experimental Science.** By W. M. HOOTON,
M.A., M.Sc., F.I.C. *Second Edition.* 3s. 6d.
- Experimental Science for Technical Students, A
First Course in.** By R. W. HUTCHINSON, M.Sc.,
A.M.I.E.E. [In preparation.]
- Elementary Science, General.** Edited by WM.
BRIGGS, LL.D., M.A., B.Sc., F.R.A.S. *Fourth Edition.* 5s.
- Mechanics and Physics, An Introductory Course
of.** By W. M. HOOTON, M.A., M.Sc., F.I.C., and ALFRED
MATHIAS. 2s. 6d.
- Chemistry and Physics for Botany Students.** By
E. R. SPRATT, D.Sc., F.L.S., A.K.C. 3s.

Biology.

- Text-book of Botany.** By J. M. LOWSON, M.A.,
B.Sc., F.L.S. *Sixth Edition.* 9s. 6d.
- Lowson's Text-book of Botany.** (Indian Edition.)
Revised and adapted by Professor BIRBAL SAHNI, D.Sc., M.A.,
and M. WILLIS. With a Preface by J. C. WILLIS, Sc.D., M.A.,
F.R.S. *Third Edition.* 9s. 6d.
- Practical Botany.** By FRANCIS CAVERS, D.Sc. *Second
Edition.* 5s. 6d.
- Botany for Matriculation.** By Dr. CAVERS. 8s. 6d.
- Ewart's Elementary Botany.** By A. J. EWART, D.Sc.,
F.L.S. *Second Edition.* 5s.
- Senior Botany.** By Dr. CAVERS. *Second Edition.* 6s. 6d.
- Junior Botany.** By Dr. CAVERS. 3s. 6d.
- Plant Biology.** By Dr. CAVERS. 6s.

University Tutorial Press Ltd., London, W.C. 2.

Biology—continued.

Life Histories of Common Plants. By Dr. CAVERS.
4s. 6d.

Plant and Animal Biology, A First Course in. By
W. S. FURNEAUX. 3s. 6d.

Zoology, Text-book of. By H. G. WELLS, B.Sc., and
A. M. DAVIES, D.Sc. *Sixth Edition.* 8s. 6d.

Applied Sciences, etc.

Electrical Engineering, Continuous Current. By
W. T. MACCALL, M.Sc., M.I.E.E. *Second Edition.* 15s.

Electrical Engineering, Alternating Current. By
W. T. MACCALL, M.Sc., M.I.E.E. 15s.

Technical Electricity. By H. T. DAVIDGE, B.Sc.,
M.I.E.E., and R. W. HUTCHINSON, M.Sc., A.M.I.E.E. *Fourth
Edition.* 12s. 6d.

Technical Electricity, Junior. By R. W. HUTCHIN-
SON, M.Sc., A.M.I.E.E. *Second Edition.* 4s. 6d.

*Wireless Telegraphy and Telephony, A Text-
book of.* By W. GREENWOOD, B.Sc., A.M.I.E.E. 5s. 6d.

Wireless, A First Course in. By R. W. HUTCHINSON,
M.Sc., A.M.I.E.E. 3s. 6d.

Wireless, Easy Lessons in. By R. W. HUTCHINSON,
M.Sc., A.M.I.E.E. 1s. 6d.

Engineering Science, A First Course in. By P. J.
HALER, M.B.E., M.Sc., A.M.I. Mech.E., A.I.E.E., and A. H.
STUART, Ph.D., B.Sc. *Third Edition.* 3s. 6d.

Engineering Science, A Second Course in. By
P. J. HALER and A. H. STUART. 5s.

Heat Engines, A First Course in. By J. W. HAY-
WARD, M.Sc., A.M.I. Mech.E. *Second Edition.* 4s.

Building Construction, A First Course in. By
BRYSSON CUNNINGHAM, D.Sc., B.E., F.R.S.E., M.Inst.C.E.,
and F. H. HEAVEN, A.R.I.B.A., P.A.S.I. *Fourth Edition.*
4s. [In preparation.]

Hygiene, A First Course in. By R. A. LYSTER, M.D.,
Ch.B., B.Sc., D.P.H. *Seventh Edition, Revised and Enlarged by*
R. J. BLACKHAM, C.B., D.S.O., M.D., D.P.H. 4s.

Hygiene, A School Course in. By Dr. LYSTER. 3s. 6d.

University Tutorial Press Ltd., London, W.C. 2.